

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>5</sup> : <b>F01N 3/28, 3/20, B01J 35/04</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 94/18440</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. August 1994 (18.08.94)</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/00113</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 2. Februar 1994 (02.02.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 03 850.6      10. Februar 1993 (10.02.93)      DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: BUCK, Alfred [DE/DE]; Nagolder Strasse 32, D-72108 Nagold (DE).</p> <p>(74) Anwälte: RÜGER, Hans-Peter usw.; Webergasse 3, D-73728 Esslingen (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, FI, HU, JP, KR, US, eu- ropäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/00113</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 2. Februar 1994 (02.02.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 03 850.6      10. Februar 1993 (10.02.93)      DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: BUCK, Alfred [DE/DE]; Nagolder Strasse 32, D-72108 Nagold (DE).</p> <p>(74) Anwälte: RÜGER, Hans-Peter usw.; Webergasse 3, D-73728 Esslingen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, FI, HU, JP, KR, US, eu- ropäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/00113</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 2. Februar 1994 (02.02.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 03 850.6      10. Februar 1993 (10.02.93)      DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: BUCK, Alfred [DE/DE]; Nagolder Strasse 32, D-72108 Nagold (DE).</p> <p>(74) Anwälte: RÜGER, Hans-Peter usw.; Webergasse 3, D-73728 Esslingen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, FI, HU, JP, KR, US, eu- ropäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>			
<p>(54) Title: DEVICE FOR THE CATALYTIC PURIFICATION OF FLOWING GASES, ESPECIALLY EXHAUST GASES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES</p> <p>(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR KATALYTISCHEN REINIGUNG VON STRÖMENDEN GASEN, INSBESONDERE VON ABGASEN VON VERBRENNUNGSMOTOREN</p>				
<p>(57) Abstract</p> <p>A device for the catalytic purification of flowing gases, especially exhaust gases of internal combustion engines, has a catalyst body through which gas flows consisting of a knitted fabric, the heatproof fibrous material of which is coated with a catalytically active material.</p>				

(57) Zusammenfassung

Ein Vorrichtung zur katalytischen Reinigung von strömenden Gasen, insbesondere von Abgasen von Verbrennungsmotoren, ist mit einem gasdurchströmten Katalysatorkörper ausgebildet, der aus einem Gestrick besteht, dessen warmfestes Fasermaterial mit einem katalytisch wirksamen Material beschichtet ist.

*LEDIGLICH ZUR INFORMATION*

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Vorrichtung zur katalytischen Reinigung von strömenden Gasen, insbesondere von Abgasen von Verbrennungsmotoren

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur katalytischen Reinigung von strömenden Gasen, insbesondere von Abgasen von Verbrennungsmotoren, mit einem in einem Gasströmungsweg anzuordnenden Gehäuse, das einen gasdurchlässigen Träger in Form eines textilen Flächengebildes aus warmfestem Fasermaterial enthält, auf das ein katalytisch wirksames Material aufgebracht ist.

Die für die Abgasreinigung von Fahrzeugmotoren, insbesondere Otto-Motoren gebräuchlichen Katalysatoren bestehen durchweg aus keramischen Monolithen in Form extrudierter Zellenkörper, die an den von dem Abgas bestrichenen Oberflächen mit einem katalytisch wirksamen Material, insbesondere Platin beschichtet sind. Diese mechanisch empfindlichen Monolithen sind in Metallgehäusen untergebracht, in denen sie elastisch abgestützt sein-müssen,

was gewisse Probleme mit sich bringt. Um eine ausreichend große Oberfläche zu erhalten, müssen sie vor dem Aufbringen des katalytisch wirksamen Materials mit einem sogenannten "washcoat" beschichtet werden, der jedoch bei Temperaturen über 800° C rasch altert. Wegen dieser thermischen Empfindlichkeit können diese Katalysatoren nicht unmittelbar am Motor angeordnet werden. Andererseits bringt aber die Anordnung in verhältnismäßig großem Abstand vom Motor, zusammen mit der beträchtlichen Masse der Monolithen den Nachteil mit sich, daß das Aufheizen der Monolithen auf die Betriebstemperatur nach einem Kaltstart eine verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nimmt. Während dieser Aufheizperiode ist der Katalysator somit lediglich beschränkt wirksam. Da der Zellenkörper des Monolithen von den Abgasen im wesentlichen in laminarer Strömung durchströmt wird, ist auch die Umsatzrate prinzipbedingt beschränkt.

Aus der AU-PS 61 419 ist es daneben bekannt, zur Reinigung von Abgasen, insbesondere von Verbrennungsmotoren Filter zu verwenden, die Fasern aus einem hitzebeständigem polykristallinen Material mit einer Kristallitgröße zwischen 50 und 500 Angström aufweisen. Für dieses Fasermaterial werden polykristallines Aluminiumoxyd oder Zirkonoxyd bevorzugt. Grundsätzlich können aber auch Metalloxyde mit einer Temperaturbeständigkeit bis 900° C verwendet werden.

Um die Temperatur abzusenken, bei der aus dem Abgasstrom abgeschiedene Rußpartikel verbrannt werden, können die Fasern mit einem katalytischen Material, insbesondere Silber, Wismut, Blei, Uran, Kobalt etc. beschichtet werden. Zur Entfernung von unerwünschten gasförmigen Komponenten, beispielsweise Kohlenmonoxid oder Kohlenwasserstoffen aus den Abgasen, ist es bei diesem Filter auch

bekannt, Zirkonoxidfasern mit feinverteiltem Platin zu beschichten.

Das Fasermaterial wird in den Filtern in Form von losen Stapelfasern, Papier, Gewebe, Folien, Pappe oder Filz eingesetzt, wobei auch Filterelemente Verwendung finden können, bei denen aus solchem Fasermaterial hergestelltes Papier (oder Wellpappe), oder Garn, oder Filz spiralförmig lose zu einem gasdurchströmten Filterkörper aufgewickelt ist. Filterkörper aus lose gepacktem Fasermaterial sind deshalb problematisch, weil die ungebundenen Fasern mit der Zeit freikommen, während bei zu Papier, Filz, Tuch oder dergleichen linearen textilen Flächengebilden verarbeiteten Fasern entweder deren Durchströmwiderstand zu hoch ist oder die Gefahr besteht, daß sich die Filter verhältnismäßig rasch zusetzen. Außerdem liegt die Oberfläche der eingebundenen Fasern im sehr beschränkten Maße frei, wobei im Betrieb die freiliegende Faseroberfläche noch zunehmend verkleinert wird. Jedenfalls haben katalytisch wirksame Filter dieser Art bisher keine wirtschaftliche Bedeutung erlangt.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Vorrichtung zur katalytischen Abgasreinigung ("Katalysator") zu schaffen, die insbesondere bei der Abgasreinigung von Verbrennungsmotoren Verwendung finden kann und die sich bei hoher Wirksamkeit durch mechanische Unempfindlichkeit auszeichnet.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die eingangs genannte Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der Träger für das katalytisch wirksame Material ein Gestrick ist.

Das Fasermaterial enthält mit Vorteil keramische Mikrofasern, worunter Fasern mit einem Durchmesser von 3  $\mu\text{m}$  und mehr verstanden sind. Als zweckmäßig haben sich insbeson-

- 4 -

dere polykristalline Mullitfasern erwiesen, doch sind auch andere warmfeste Fasermaterialien geeignet. So kann das Fasermaterial für bestimmte Einsatzzwecke auch Kohlenstofffasern enthalten oder ganz aus diesen bestehen. Die Oberfläche der Fasern des Fasermaterials liegt zweckmäßigerweise zwischen 0,2 und 0,4 m<sup>2</sup>/g und größer, ohne daß dieser Bereich eine Beschränkung der grundsätzlich verwendbaren Fasern darstellt.

Ein Gestrück, dessen Fasern den Träger für das katalytisch wirksame Material bilden, bietet, wie sich gezeigt hat, einen hohen Stoffaustausch zu den Faseroberflächen bei gleichzeitiger hervorragender strömungstechnischer Konfiguration. Es ist volumenelastisch und unempfindlich gegen Vibrationen und Pulsationen des Gasstromes. Die mit dem katalytischen Material beschichteten Fasern sind in dem Gestrück dimensionierbar vorgespannt und fest eingebunden. Trotzdem liegt ihre Oberfläche weitgehend frei; sie können sich begrenzt gegeneinander bewegen, so daß Verspannungen abgebaut und gedämpft werden. Die weitgehend exponierte Faseroberfläche gewährleistet eine maximale katalytische Wirksamkeit.

Die Struktur des Gestrückes bildet ein vielfältiges Porensystem in dem Widerstandselemente enthalten sind, so daß sich auch bei laminarer Durchströmung in allen Strömungsbereichen ein großer Wandkontakt und damit hoher Massenaustausch ergibt, wie dies für eine gute katalytische Wirkung wesentlich ist. Innerhalb des Gestrückes selbst ist der Strömungsweg vielfach verzweigt, mit dem Ergebnis, daß die einzelnen das katalytisch wirksame Material tragenden Fasern großflächig angeströmt werden.

Wegen seiner besonderen Struktur gewährleistet das Gestrück zusätzlich eine hervorragende Durchmischung eines bezüglich Konzentration oder Temperatur strähnigen Abgasstromes. Daraus ergibt sich ein besonderer Vorteil bei



Mehrzylinderverbrennungsmotoren und der sogenannten Lambda-1-Technik. Schließlich weist ein solches Gestrück gute Schalldämpfungseigenschaften auf, wobei es außerdem als Filter für partikelförmige Schadstoffe beispielsweise Rußteilchen wirkt.

Die bereits erwähnte gute Einbindung der Fasern in dem Gestrück bewirkt, daß etwa auftretende Faserbruchstücke in dem Gestrück weitgehend verankert bleiben, während andererseits eine Schadensfortschreitung von einer aufgetretenen Schadensstelle aus praktisch nicht stattfindet. Es können deshalb auch Kurzfasergarne Verwendung finden.

Das Gestrück kann zumindest zweifädig aus verschiedenen Fasermaterialien gearbeitet sein, von denen die Fasern des einen und/oder des anderen Fasermaterials gleiches oder verschiedenes katalytisch wirksames Material tragen können. In dem Gestrück kann auch wenigstens ein Metallfaden verarbeitet sein, der dem Gestrück beispielsweise eine zusätzliche Formstabilität verleiht. Denkbar ist es außerdem, in dem Gestrück Kohlenstofffasern mit vergrößerter Oberfläche (aktivierte Kohlenstofffasern) zu verarbeiten, um damit die Möglichkeit zu eröffnen, beispielsweise während der Kaltstartphase auftretende unverbrannte Kohlenwasserstoffe vorübergehend zu adsorbieren und die so adsorbierten Stoffe in einer nachfolgenden Periode wieder zu desorbieren (Spitzenemission).

Zu diesem Zwecke kann das Gestrück elektrisch leitende Fasern enthalten, die mit Anschlußmitteln für eine elektrische Stromquelle elektrisch leitend verbunden sind und die damit eine unmittelbare Innenbeheizung des Gestrückes erlauben. Diese Innenbeheizung kann aber nicht nur zur Desorption adsorbierter Stoffe verwendet werden, sondern insbesondere auch dazu, während der Kaltstartphase das Gestrück mit dem katalytisch wirksamen Material rasch auf die Betriebstemperatur zu bringen. Die elektrisch leiten-

den Fasern können Kohlenstoff- oder Metallfasern in Gestalt von Metalldrähten etc. sein.

Die Kohlenstofffasern können auch auf ihrer Oberfläche eine elektrisch isolierende Beschichtung tragen, beispielsweise  $\text{SiO}_2$ . Dazu wird auf die Fasern SiC aufgebracht, das durch Wärmeinwirkung in  $\text{SiO}_2$  umgewandelt wird. Eine solche  $\text{SiO}_2$ -Beschichtung bildet gleichzeitig Schutz gegen Oxidation.

Das Fasermaterial ist in dem Gestrück, in der Regel in Form von Garnen aus Stapel- oder Endlosfasern verarbeitet. Garnstränge aus Endlosfasern haben in dem Gestrück in wesentlichen nur einen Anfang und ein Ende und bieten damit geringe Schadensangriffsfläche. Stapelfasern hingegen, geben mit ihrem aus den Garnsträngen herausstehenden Faserenden eine etwas größere Oberfläche und bessere Filterwirkung. Welche der beiden Faserarten - die gegebenenfalls auch in Mischung verwendet werden können - im Einzelfall der Vorzug gegeben wird, hängt von den Einsatzbedingungen ab. Grundsätzlich ist es auch denkbar, daß das Gestrück Fasermaterial in Form von Rovings enthält.

In jedem Fall sind Fasern mit rauher Oberfläche glatten Fasern vorzuziehen. Durch Beeinflussung der Oberflächentopografie der Fasern kann die Oberfläche, wie sich gezeigt hat, etwa um den Faktor 20 vergrößert werden.

Das für das Gestrück verwendete Garnmaterial sollte möglichst wenig gedreht sein, weshalb wie erwähnt eben auch Rovings in Frage kommen. In der Praxis hat sich Garn mit bis zu einer Drehung pro Inch Länge als vorteilhaft gezeigt. Texturiertes, gelocktes Garn ist häufig vorzuziehen.



Bei der Durchströmung des Gestrickes soll die Strömung möglichst keine widerstandsfreien Wege entlang der durch die Maschenstruktur bedingten "Großporen" finden. Dies läßt sich dadurch vermeiden, daß das Gestrick so eingesetzt wird, daß es im wesentlichen in der Gestickebene gasdurchströmt ist. Ein anderer Weg besteht darin, das Gestrick zu kompaktieren, um damit die "Großporen" zu schließen. Damit ist aber in der Regel eine Erhöhung des resultierenden Durchströmwiderstandes somit des an dem Gestrick auftretenden Druckabfalles verbunden.

In einem Gestrick bleiben die Maschenbögen auch bei starker lokaler Verstreckung noch gekrümmt, das heißt, die Fasern werden im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Geweben oder in einem Wickel nie voll gestreckt. Das hat zur Folge, daß die Vorspannung der Fasern begrenzt bleibt, so daß die Fasern in dem Garnstrang gegeneinander locker bleiben und große freie wirksame Oberflächen darbieten. Um diese Vorspannung zu verändern, kann es zweckmäßig sein, wenn das Gestrick unter einer vorbestimmten Spannung in Richtung der Maschenstäbchen und/oder der Maschenreihen gehalten ist. In dem den zu reinigenden Gasstrom durch das katalytische wirksame Gestrick leitenden Gehäuse kann das Gestrick zur Füllung des zu durchströmenden Katalysatorvolumens unter Verwendung unterschiedlicher Konfektionierungstechniken angeordnet sein. So ist es möglich, daß das Gestrick teilweise aufgerollt oder gefaltet ist; es kann auch zumindest teilweise plissiert oder gedoppelt sein. Von Vorteil hat es sich erwiesen, wenn das Gestrick rundgestrickt ist. Der so gebildete Strickschlauch kann dann in sich aufgerollt oder wie erwähnt plissiert gefaltet oder in anderer zweckentsprechender Weise angeordnet werden. Grundsätzlich ist es auch denkbar, diesen Schlauch beispielsweise zu einem "Seil" zusammen zu drehen und ihn in dieser Form auf

einen Dorn - gegebenenfalls mehrlagig - spiralig aufzuwickeln.

Da bei Verwendung von entsprechendem Fasermaterial, beispielsweise von Keramikfasern, die mit dem katalytisch wirksamen Material beschichtet sind, das Gestrick hochtemperaturfest ist, kann der aus diesem Gestrick hergestellte Katalysator auch unmittelbar hinter den Auslassventilen eines Verbrennungsmotors angeordnet werden. Das Gestrick gewährleistet eine so feste Verankerung der Fasern in dem Maschenverbund, daß es den in diesem Bereich noch stark ausgeprägten Pulsationen des Abgasstromes widerstehen kann, wobei gleichzeitig der von dem Gestrick hervorgerufene Druckabfall so klein ist, daß er die Funktion des Verbrennungsmotors nicht wesentlich beeinträchtigt. Dabei kann das Gestrick in entsprechender Konfektionierung gegebenenfalls auch unmittelbar in dem Auspuffkrümmer des Verbrennungsmotors angeordnet sein, derart, daß dieser - oder ein anschließender Teil der Abgasleitung - gegebenenfalls das Gehäuse für den Katalysator bildet. Eine Anordnung dieses Katalysators vor einem gegebenenfalls vorhandenen Abgasturbolader oder Druckwellenlader ist denkbar.

Grundsätzlich gilt schließlich, daß das katalytisch wirksame Material auf das Gestrick oder vor dem Verstricken auf das Garn aufgebracht werden kann. In bestimmten Fällen ist auch eine Aufbringung auf die Einzelfasern vor deren Verarbeitung zu einem Garn denkbar.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

- 8a -

- Fig. 1 eine Vorrichtung gemäß der Erfindung in Gestalt eines zur Anordnung in der Auspuffleitung eines Verbrennungsmotors bestimmten Katalysators im axialen Schnitt, in einer Seitenansicht und in schematischer Darstellung,
- Fig. 2 eine Vorrichtung ähnlich Fig. 1 in einer abgewandelten Ausführungsform und in einer entsprechenden Darstellung,
- Fig. 3 ein mit einem katalytisch wirksamen Material beschichtetes Gestrück des Katalysators nach Fig. 1 oder 2 im Ausschnitt in perspektivischer Darstellung unter Veranschaulichung verschiedener Anströmungsrichtungen,
- Fig. 4 das Gestrück nach Fig. 1 in der Draufsicht im Ausschnitt unter Veranschaulichung verschiedener Dehnungszustände,
- Fig. 5 ein schwach gedrehtes Garn des Gestrückes nach Fig. 3 im Ausschnitt in schematischer Darstellung und in einem anderen Maßstab,
- Fig. 6 ein stark gedrehtes Garn im Vergleich zu Fig. 5 im Ausschnitt und in einer entsprechenden Darstellung,
- Fig. 7 ein schematisches Diagramm zur Veranschaulichung der Anströmverhältnisse einer Faser des Gestrückes nach Fig. 3,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung der grundsätzlichen Anströmungsverhältnisse bei dem Gestrück nach Fig. 3 im Schnittbild,

- Fig. 9 das Gestrick nach Fig. 3 in gerollter Form in schematischer perspektivischer Darstellung unter Veranschaulichung der Anströmverhältnisse des so gebildeten Wickels,
- Fig. 10 das Gestrick nach Fig. 3 in plissierter Form in schematischer Darstellung unter Veranschaulichung der Anströmverhältnisse,
- Fig. 11 das Gestrick nach Fig. 3 in gefalteter Form unter Veranschaulichung der Anströmverhältnisse,
- Fig. 12 das Gestrick nach Fig. 3 in Form eines rundgestrickten Warenschlauches, der teilweise zu einem Ring (Torus) aufgewickelt ist, in schematischer perspektivischer Darstellung,
- Fig. 13 eine Anordnung von mehreren nebeneinanderliegenden Ringen nach Fig. 12 unter Veranschaulichung der Anströmverhältnisse in einer schematischen Schnittdarstellung,
- Fig. 14 das Gestrick nach Fig. 3 in Form eines rundgestrickten und anschließend teilweise plissierten Warenschlauches in perspektivischer schematischer Darstellung, teilweise im Schnitt,
- Fig. 15 die plissierte Rundstrickware nach Fig. 14 im Schnitt in einer Seitenansicht unter Veranschaulichung der Anströmverhältnisse sowie in schematischer Darstellung,

- Fig. 16 das Gestrick nach Fig. 3 in Form eines zumindest einmal gefalteten rundgestrickten Warenschlau- ches in perspektivischer schematischer Darstel- lung,
- Fig. 17 die gefaltete Rundstrickware nach Fig. 16 schrau- benförmig aufgewickelt und im axialen Schnitt in einer schematischen Seitenansicht unter Ver- anschaulichung der Anströmverhältnisse,
- Fig. 18 eine Vorrichtung gemäß der Erfindung in Form  
bis 21 eines unmittelbar in dem Auspuffkrümmer eines Verbrennungsmotors untergebrachten Katalysators in verschiedenen Ausführungsformen und sche- matischen Schnittdarstellungen,
- Fig. 22 das Gestrick nach Fig. 3 in einer abgewandelten Ausführungsform im Ausschnitt und in schemati- scher Darstellung,
- Fig. 23 ein Fadensystem des Gestricks nach Fig. 22 unter Veranschaulichung der elektrischen Anschlußver- hältnisse,
- Fig. 24 den Katalysator nach Fig. 1 in zwei abgewan-  
und 25 delten Ausführungsformen unter Verwendung des Gestricks nach Fig. 22/23, jeweils im axialen Schnitt, in einer Seitenansicht und in schema- tischer Darstellung.

In den Fig. 1, 2 sind schematisch zwei gebräuchliche Grundformen von Katalysatoren für Verbrennungsmotoren dargestellt. Sie weisen jeweils ein im Querschnitt vorzugsweise zylindrisches oder ovales Blechgehäuse 1 auf, das auf beiden Stirnseiten über einen Einström- oder Abströmtrichter 2 bzw. 3 mit einem einströmseitigen und einem abströmseitigen Rohrstutzen 4 bzw. 5 verbunden ist, der es erlaubt, das Gehäuse 1 in der Auspuff- oder Abgasleitung eines nicht weiter dargestellten Verbrennungsmotors derart anzuordnen, daß im Betrieb der Gehäuseinnenraum in der bei 6 angedeuteten Axialrichtung von den zu reinigenden Abgasen gleichmäßig durchströmt ist.

Bei der einfachen Ausführungsform nach Fig. 1 ist in dem Gehäuse zwischen zwei Lochplatten 7 ein gasdurchlässiger Katalysatorkörper 8 angeordnet, der den Innenraum des Gehäuses 1 vollständig ausfüllt. Bei der sogenannten Kerzenbauform nach Fig. 2 sind demgegenüber in dem Gehäuse 1 an einer entsprechend gestalteten Lochplatte 9 befestigt mehrere achsparallele zylindrische Katalysatoreinheiten 10 untergebracht, von denen jede im wesentlichen aus einem kerzenförmigen Gehäuse 11 besteht, das auf einer Bodenseite bei 12 verschlossen sowie mantelseitig aus Lochblech 13 hergestellt ist. Jedes der kerzenförmigen Gehäuse 11 ist innen mit einem gasdurchlässigen zylindrischen Katalysatorkörper 8a ausgekleidet, der im Betrieb im wesentlichen radial von innen nach außen von Abgasen durchströmt ist.

Der Katalysatorkörper 8 bzw. 8a besteht aus einem gasdurchlässigen Träger in Form eines Gestrickes, das katalytisch wirksames Fasermaterial enthält und der Form des Katalysatorkörpers 8, 8a entsprechend konfektioniert ist.



Das Gestrick, von dem ein Ausschnitt bei 14 in den Fig. 3, 4 dargestellt ist, kann, wie veranschaulicht, ein Rechts-/Links-Gestrick sein, doch sind, abhängig vom jeweiligen Einsatzzweck, auch andere ein- und mehrflächige Gestrickbindungen denkbar. Diese Gestricke können auch bindungsgemustert, z.B. mit Fangmaschen, gearbeitet sein; sie können auch abschnittsweise unterschiedliche Maschenbindungen aufweisen. Wie aus einem Vergleich der beiden Abb. a und b der Fig. 4 zu entnehmen, die das gleiche Gestrick 14 einmal ungestreckt (a) und einmal in Richtung der Maschenstäbchen gestreckt (b) zeigen, sind die Maschenbögen auch bei starker lokaler Verstreckung noch gekrümmt. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei einem Gewebe oder einem dochtartigen Faserwickel werden die Fasern nie voll gestreckt. Solange das Gestrick nicht überdehnt wird - was durch eine geeignete Konfektionierung auszuschließen ist - bleiben die Fasern in dem Garnstrang gegeneinander beweglich, so daß ihre katalytisch wirksame Oberfläche für die Anströmung durch das zu reinigende, den Katalysatorkörper 8, 8a durchströmende Abgas im wesentlichen voll zugänglich bleibt.

Das Gestrick 14 ist aus einem Garn 15 gearbeitet, das seinem Aufbau nach aus Stapelfasern (Fig. 5) oder aus Endlosfasern oder aus einer Mischung beider Fasertypen bestehen kann. Grundsätzlich kann das Garn 15 ein- oder mehrfädig aufgebaut sein, wobei in Einzelfällen auch sogenannte Core-Spun-Garne in Frage kommen.

Allgemein gilt, daß das Garn 15 möglichst wenig gedreht sein soll, um eine möglichst große Faseroberfläche freizulegen. Dies ist ohne weiteres aus den Fig. 5, 6 zu entnehmen, von denen Fig. 5 ein schwach gedrehtes und Fig. 6 ein stark gedrehtes Garn 15 zeigt. Das schwach

gedrehte Garn 15 nach Fig. 5 weist eine Struktur auf, die es dem Abgas erlaubt, das Garn selbst zu durchströmen; je stärker das Garn gedreht ist, umso höher wird auch der Durchströmwiderstand für das Abgas.

Garne mit ca. 0,5 Drehungen pro Inch Länge oder sogar Rovings haben in der Praxis gute Ergebnisse erbracht. Auch texturiertes gelocktes Garn ist von Vorteil.

Das Fasermaterial, aus dem das Garn 15 gearbeitet ist, muß eine Warmfestigkeit aufweisen, die es erlaubt, den auftretenden Betriebstemperaturen über lange Betriebszeiträume standzuhalten.

Der in Frage kommende Temperaturbereich liegt erfahrungsgemäß zwischen ca. 200° und 800° C. Mit Rücksicht auf eine möglichst große Oberfläche sind Mikrofasern von Vorteil, worunter Fasern mit einem Faserdurchmesser von etwa 3 µm und mehr verstanden sind.

Das Material, aus dem die Fasern bestehen, ist in der Regel ein Keramikmaterial, doch kommen grundsätzlich, abhängig von dem Temperaturbereich, für den der Katalysator bestimmt ist, auch andere organische und anorganische Materialien in Frage. Gut geeignet sind alle Metalloxide. Verwendet wurden auch schon reine Kohlenstofffasern, die eine ganze Reihe von Vorteilen, beispielsweise elektrische Leitfähigkeit, bieten. Die Oberfläche der Fasern kann durch entsprechende Maßnahmen vergrößert werden. So sind z.B. Fasern mit rauher Oberfläche glatten Fasern in der Regel vorzuziehen. Durch Beeinflussung der Oberflächentopografie kann die Oberfläche erfahrungsgemäß etwa um den Faktor 20 vergrößert werden. Bei Kohlenstofffasern können sogenannte aktivierte Kohlenstofffasern verarbeitet werden, die eine wesentlich vergrößerte Oberfläche aufweisen und damit gleichzeitig auch als Absorptionsmittel, beispielsweise während der Kaltstartphase, be-

nutzt werden können.

Allgemein ist zu sagen, daß in dem Gestrick 14 auch verschieden Garne oder Fäden verarbeitet sein können, die auch aus unterschiedlichen Materialien bestehen können, so daß ihnen verschiedene Funktionen zukommen. Das Gestrick 14 kann einfädig und mehrfädig gearbeitet sein und beispielsweise wenigstens einen Metallfaden enthalten, der u.a. dem Gestrick 14 und damit dem Katalysatorkörper 8, 8a eine bestimmte Formstabilität verleiht, die abhängig von der gewählten Konfektionierung des Katalysatorkörpers 8, 8a und den Betriebsbedingungen von Bedeutung sein kann.

Der Aufbau des Katalysatorkörpers 8, 8a aus dem Gestrick 14 kann in verschiedener Weise erfolgen, wie dies im einzelnen anhand einiger Beispiele noch erläutert wird. Grundsätzlich ist aber festzustellen, daß die Durchströmung des Gestrickes 14 so erfolgen soll, daß die Gasströmung keine widerstandsfreien Wege entlang der in einem Gestrick wegen der Maschenstruktur grundsätzlich vorhandenen Großporen oder "Maschenkavernen" findet. Insbesondere dann, wenn in dem Katalysatorkörper 8, 8a das zu reinigende Abgas nicht gezwungen ist, mehrere übereinanderliegende Gestricklagen zu durchströmen und dadurch verzweigten Strömungskanälen zu folgen, ist in der Regel darauf zu achten, daß das Gestrick 14 etwa in der Gestrickebene durchströmt wird, wie dies in Fig. 3 durch die Pfeile 16, 17 angedeutet ist. Eine Durchströmung quer zur Gestrickebene entsprechend dem Pfeil 18 ist, wie erwähnt, zumindest bei einlagiger Anordnung des Gestrickes 14 weniger zweckmäßig, wie ein einfacher Blick auf Fig. 4 zeigt, in der die zwischen den einzelnen Maschenschenkeln und -bögen liegenden "Großporen" eines Gestrickes 14 (aus einem glatten Faden) grundsätzlich veranschaulicht sind.

Bei der Durchströmung in der Gestrickebene ergeben sich prinzipiell die in Fig. 8 dargestellten Strömungsverhältnisse, bei denen sichergestellt ist, daß der Abgasstrom 19 auf seinem Strömungsweg immer wieder Strömungswiderstände in Gestalt von Einzelfasern 20 trifft, die in der aus Fig. 7 ersichtlichen Weise möglichst großflächig umströmt werden.

Zur Herstellung des das zu durchströmende Katalysatorvolumen liefernden Katalysatorkörpers 8, 8a geeignete Konfektionsierungstechniken für das Gestrick 14 sind in den Fig. 9 bis 17 beispielhaft veranschaulicht. Die gezeigten Ausführungsbeispiele sind nicht erschöpfend; sie können auch miteinander kombiniert oder durch andere Konfektionierungsmöglichkeiten ergänzt werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 ist das Gestrick 14 zu einem einfachen Wickel 21 aufgerollt, der beispielsweise ohne weiteres den Katalysatorkörper 8 des Katalysators nach Fig. 1 bildet. Aus den bereits erläuterten Gründen ist es zweckmäßig, im Einsatz dafür Sorge zu tragen, daß der Wickel 21 in Achsrichtung durchströmt wird, wie dies durch einen Pfeil 22 angedeutet ist. Eine Querdurchströmung (rechtwinklig zur Achse) ist möglich, aber weniger empfehlenswert.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 10 ist das Gestrick 14 plissiert, d.h. zu einem Stapel 23 aus aufeinanderliegenden Lagen des leporelloartig gefalteten Gestrickes zusammengelegt. Die beste Durchströmrichtung ist wiederum durch zwei Pfeile 22 angedeutet; sie erfolgt in der Gestrickebene der einzelnen Lagen. Eine Querdurchströmung, wie sie durch einen Pfeil 24 angegeben ist, ist grundsätzlich ebenfalls möglich, aber weniger vorteilhaft.

Fig. 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem das Gestrick 14 gefaltet ist. Die Faltung kann dabei ein- oder mehrlagig sein; sie kann in Richtung der Maschenstäbchen oder der Maschenreihen erfolgen. Es sind auch Faltungen möglich, bei denen wenigstens eine Faltung in Richtung der Maschenstäbchen oder -reihen erfolgt und wenigstens eine anschließende Faltung quer dazu vorgenommen wird. Die bevorzugte Durchströmrichtung in der Gestrickebene ist für die dargestellte Faltung durch den Pfeil 22 angegeben; für eine Durchströmung in der Querrichtung dazu entsprechend dem Pfeil 24 gilt das für das Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 Gesagte.

Die Ausführungsformen nach den Fig. 12 bis 16 gehen von einem Gestrick 14 aus, das in Gestalt eines rundgestrickten Warenschlauches 140 hergestellt wurde. Ein solcher Warenschlauch erlaubt es, auf einfache Weise Hohlformen zu erzeugen, die für viele Anwendungsfälle zweckmäßig sind. Sehr einfache Verhältnisse ergeben sich, wenn dieser Warenschlauch - vorzugsweise mehrlagig - nach Art eines Strumpfes auf ein entsprechendes kerzenförmiges gasdurchlässiges Gehäuse 11 nach Fig. 2 aufgezogen oder als Hohlzylinder in ein solches eingesetzt wird.

Eine größere, für die durchströmenden Abgase wirksame Faseroberfläche bietet die Ausführungsform nach Fig. 12, bei der der Warenschlauch 140 zu einem Ring (Torus) 25 aufgewickelt wird, wobei dann eine bei 26 in Fig. 13 angedeutete zylindrische Hohlform mit solchen aufgerollten Ringen oder Toren 25 gefüllt ist, um den Wickelkörper 8a zu bilden. Die Gasdurchströmrichtung ist durch Pfeile 27 angedeutet; sie verläuft quer zu der Ebene der Ringe oder Toren 25.

Die Fig. 14, 15 stellen eine Ausführungsform dar, bei der der Warenschlauch 140 in der dargestellten Weise bei 28 plissiert wird. Es ergibt sich ein zylinderförmiges Gebilde, dessen Wände aus den aufeinanderliegenden Lagen des leporelloartig gefalteten Gestrickes 14 bestehen. Dieses hohlzylindrische Gebilde kann wiederum in die Hohlform 26 eingesetzt oder auf ein entsprechendes kerzenförmiges Gehäuse 11 (Fig. 2) aufgesetzt bzw. in ein solches eingefügt werden. Ein Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, daß bei der durch die Pfeile 27 angedeuteten radialen Durchströmrichtung die Lagen der plissierten Falten 28 im wesentlichen in der Ebene des Gestrickes 14 durchströmt werden.

Bei der Ausführungsform nach den Fig. 16, 17 schließlich wird der Warenschlauch 140 einmal oder mehrmals um eine in Längsrichtung des Schlauches sich erstreckende Achse gefaltet. Das gefaltete Gebilde 29 kann so dann schraubenartig zu einer Filterkerze aufgewickelt werden, die in der aus Fig. 17 ersichtlichen Weise entweder in der Hohlform 26 untergebracht oder auf ein kerzenförmiges Gehäuse 11 nach Fig. 2 aufgezogen bzw. in einem solchen angeordnet wird. Auch hier werden die Lagen des gefalteten Gestrickes 14 im wesentlichen in der Ebene des Gestrickes 14 durchströmt, wie dies durch die Pfeile 27 angegeben ist.

Grundsätzlich können bei all diesen Konfektionierungstechniken Katalysatorkörper 8, 8a kreiszylindrischer, nicht kreisförmigzylindrischer oder beliebig gestalteter Hohlform erzeugt werden. Die so gebildeten, insbesondere kerzenförmigen Katalysatoren können, wie in Fig. 2 dargestellt, entweder parallelgeschaltet eingesetzt werden, sie können aber auch hintereinandergeschaltet oder ineinandergeschachtelt betrieben werden. Auf diese Weise



ist eine starke Vergrößerung der wirksamen Durchströmfläche möglich, wobei sich gleichzeitig geringe Druckverluste erzielen lassen.

Während bei den Ausführungsformen von Katalysatoren, wie sie in den Fig. 1, 2 veranschaulicht sind, der Katalysatorkörper 8, 8a in einem eigenen Blechgehäuse 1 untergebracht ist, erlaubt es die Eigenart des diesen Katalysatorkörper bildenden Gestrickes auch für bestimmte Anwendungsfälle auf ein solches Gehäuse zu verzichten. Beispiele hierfür sind in den Fig. 18 bis 21 veranschaulicht, die Ausführungsbeispiele zeigen, bei denen das katalytisch wirksame Gestrick unmittelbar in dem bei 30 schematisch angedeuteten Auspuffkrümmer eines Verbrennungsmotors 31 untergebracht ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 18 ist das Gestrick 14 zu einem Wickel 21 gemäß Fig. 14 aufgerollt, der direkt in dem Auspuffkrümmer 30 sitzt, welcher so das "Gehäuse" für den Katalysator bildet.

Grundsätzlich ist es auch denkbar, diesen Wickel 21 an einer anderen Stelle der Auspuffleitung oder -rohre anzuordnen, derart, daß deren Rohrwandung als Katalysatorgehäuse benutzt wird. Pfeile 32 geben die Gasdurchströmrichtung an.

Die Ausführungsform nach den Fig. 19, 20 unterscheidet sich von jener nach Fig. 18 dadurch, daß in den Auspuffkrümmer 30 ein sich über die Länge des Auspuffkrümmers 30 erstreckendes, im Querschnitt im wesentlichen rechteckiges gasdurchlässiges Teilgehäuse 33 eingefügt ist, das das beispielsweise entsprechend Fig. 10, 11 plissierte oder gefaltete Gestrick 14 etwa in Form eines Stapels 23 enthält. Die Gasdurchströmrichtung ist wiederum durch Pfeile 32 angedeutet.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 21 schließlich ist in den Auspuffkrümmer 30 ein sich über dessen Länge erstreckendes gasdurchlässiges Teilgehäuse 34 eingesetzt, das einen gegebenenfalls entsprechend Fig. 14, 15 plissierten oder entsprechend Fig. 16, 17 aufgewickelten zylindrischen Gestrickmantel 35 trägt, so daß sich insgesamt der grundsätzliche Aufbau einer Filterkerze ergibt, die in dem Auspuffkrümmer 30 liegt und deren Wandung im wesentlichen radial durchströmt ist, wie dies die Pfeile 32 zeigen.

Als katalytisch wirksames Material wird vorzugsweise Platin verwendet, wenn es darum geht, die Abgase von Verbrennungsmotoren von unverbrannten Kohlenwasserstoffen und von Kohlenmonoxid zu reinigen. Für andere Einsatzzwecke, bei denen die Umsetzung anderer in dem zu reinigenden Gasstrom enthaltener Schadstoffe im Vordergrund steht, oder bei denen die Aufgabe gestellt ist, die Verbrennungstemperatur, beispielsweise für Rußpartikel, abzusenken, können auch andere katalytisch wirksame Materialien Verwendung finden, die auf der Faseroberfläche des Gestrickes 14 sitzen und von dem zu reinigenden Gasstrom angeströmt sind. Beispiele sind Pt, Pd, V, Rh etc.

Bei der Verwendung von Platin als katalytisch wirksames Material kann die Platinbeschichtung der Fasern in verschiedener Weise vorgenommen werden. Die Beschichtung kann aus der Gasphase erfolgen (chemical vapor deposition = CVD). Ein anderes Verfahren ist das der Naßimprägnierung. Dieses Verfahren besteht darin, daß das Gestrick 14 mit einer verdünnten Lösung eines Platinsalzes getränkt wird, worauf das getränkte Gestrick getrocknet und anschließend das Salz thermisch zu Platin abgebaut werden.

In Abhängigkeit von den Reaktionsbedingungen bei der thermischen Zersetzung des Salzes können drei Modifikationen von Platin entstehen: Platin-Mohr (Platin mit physisorbiertem Sauerstoff), Platin-Schwamm (nicht kristallines oberflächenreiches Platin ohne sorbierten Sauerstoff) und Platin-Metall (kristallisiertes, aber oberflächenärmeres Platin).

#### Ausführungsbeispiel 1:

Es wird ein Gestrick 14 entsprechend Fig. 3 aus einem Fasergarn geringer Drehung (0,5 Drehung pro Inch Länge) aus einer polykristallinen Mullitfaser mit einer Oberfläche von 0,2 bis 4 m<sup>2</sup>/g (zweiter Wert mit leaching) hergestellt. Der Faserdurchmesser beträgt ca. 10 µm und liegt damit außerhalb des für die Gesundheit gefährlichen Bereiches; es können aber auch Fasern mit einem Faserdurchmesser von 5 µm und dementsprechend größerer Oberfläche zum Einsatz kommen.

Das Gestrick 14 wurde sodann in einer verdünnten Lösung eines Platinsalzes getränkt (Naßimprägnierung), worauf anschließend das Salz bei Temperaturen um 800° C zu Platin-Schwamm abgebaut (kalziniert) wurde. Die Beschichtungsmenge betrug ca. 1 Gewichtsprozent; sie kann jedoch auf bis zu ca. 1 Gewichtspromille abgesenkt werden.

Das Gestrick 14 wurde sodann zu einem Wickel 21 entsprechend Fig. 9 aufgewickelt und axial durchströmt. Zu diesem Zwecke wurde der Wickel 21 in ein Edelstahlrohr 1 entsprechend Fig. 1 eingesetzt.

#### Ausführungsbeispiel 2:

Es wurde ein Gestrick 14 aus Kohlenstoff-Mikrofasern hergestellt, das eine Dichte von ca. 0,5 bis 1,0 g/cm<sup>3</sup>

- 21 -

aufweist. Die Fasern sind Monofilamente mit einem Faserdurchmesser von  $6,5 \mu\text{m}$ ; pro Strang sind 3000 Monofilamente vorhanden. Die auf Normalbedingungen bezogene Strömungsgeschwindigkeit betrug ca.  $85 \text{ mm/sec}$ . Untersucht wurde mit CO angereicherte Luft.

Bereits bei ca.  $235^\circ \text{C}$  ergab sich eine vollständige Umsetzung von CO in  $\text{CO}_2$  bei einer Raumgeschwindigkeit von  $10\,000 \text{ h}^{-1}$  (Raumgeschwindigkeit: Durchsatz  $\text{m}^3 \text{ Gas/h}$  pro  $\text{m}^3$  Katalysatorvolumen).

Anstelle eines Platin-Katalysators könnte auch ein Rhodium-Katalysator oder ein Pt/Rh-Katalysator verwendet werden.

#### Ausführungsbeispiel 3

Kohlenstofffasern, wie bei dem Ausführungsbeispiel 2, wurden zunächst mit SiC CVD-beschichtet. Auf die Fasern wurde sodann durch Naßimprägnierung mit einer Pt/Pd-Mischung und anschließender Kalzinierung bei ca.  $800^\circ \text{C}$  eine katalytische Beschichtung aufgebracht.

Aus dem Gestrick wurde ein Wickel 21 entsprechend dem Ausführungsbeispiel 1 hergestellt, der axial mit Propan durchströmt wurde.

Bei einer Raumgeschwindigkeit von etwa  $10000 \text{ h}^{-1}$  begann die katalytische Umsetzung des Propans bereits bei einer Starttemperatur von ca.  $210^\circ \text{C}$ ; bei ca.  $330^\circ \text{C}$  wurde eine 100%ige Umsetzung des Propans festgestellt.

ERSATZBLATT

Beispielsweise die Verwendung von Kohlenstoffasern als Träger für das katalytisch wirksame Material erlaubt es, unmittelbar eine Innenbeheizung des Katalysatorkörpers 8, 8a vorzunehmen, weil die Kohlenstoffasern elektrisch leitend sind. Eine andere Möglichkeit für eine solche Innenbeheizung besteht darin, daß das Gestrick 14 zweifädig gearbeitet wird, wobei zusätzlich zu dem beispielsweise aus Keramikfasern bestehenden mit katalytisch wirksamem Material beschichtetem Garn 15 ein elektrisch leitfähiges Garn 36 verstrickt ist, das auf das Garn 15 aufplattiert ist. Ein Beispiel dafür ist in Fig. 22 dargestellt, zu dem zu bemerken ist, daß, wie bereits eingangs erläutert, für Zwecke, bei denen eine Innenbeheizung des Gestrickes 14 nicht erforderlich ist, das zweite Garn 36 auch aus einem elektrisch nichtleitenden Material bestehen kann, das so gewählt ist, daß es dem Gestrick die für den jeweiligen Einsatzzweck erforderlichen zusätzlichen Eigenschaften verleiht.

Möglich ist es auch, in das Gestrick Schußfäden 37 einzuarbeiten, die im Falle einer gewünschten Innenbeheizung aus einem elektrisch leitfähigen Material bestehen, sonst aber aus einem Material hergestellt sind, das mit Rücksicht auf bestimmte zu erzielende Eigenschaften des Gestrickes ausgewählt wurde. Solche Eigenschaften sind beispielsweise eine erhöhte Formstabilität, eine verbesserte Festigkeit oder bestimmte Dehnungseigenschaften des Gestrickes, die in der Richtung der Maschenreihen verschieden von jenen in der Richtung der Maschenstäbchen sind.

Die elektrisch leitenden Fasern können in der aus Fig. 23 ersichtlichen Weise mit einer dort nicht weiter dargestellten Stromquelle verbunden werden. Zu diesem Zwecke sind die aus diesen Fasern bestehenden Garnelemente

- 23 -

36 des Gestrickes 14 an zwei Kontaktleisten 39, 40 elektrisch leitend angelötet oder angeschweißt, was im Falle von Kohlenstoffasern beispielsweise mit Hilfe einer entsprechenden vorherigen Beschichtung der Fasern geschehen kann. Die Kontaktleisten 39, 40 erstrecken sich im wesentlichen in Richtung der Maschenstäbchen, d.h. quer zur Strickrichtung. Auf diese Weise ergeben sich eindeutige Widerstandsverhältnisse und ein gleichmäßiger Stromdurchfluß der die einzelnen Maschenreihen bildenden Garnlängen.

Die grundsätzlich gleiche Anordnung ergibt sich naturgemäß auch für den Fall der Verwendung eines zweifädigen Gestrickes 14 nach Fig. 22; die Fig. 23 zeigt dann lediglich das aus dem Garn 36 bestehende Garnsystem.

Um bei einem aus einem solchen elektrisch leitende Fasern enthaltenden Gestrick 14 bestehenden mehrlagigen Katalysatorkörper Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Lagen des elektrisch innen beheizten Gestrickes 14 zu vermeiden, können einige einfache Maßnahmen ergriffen werden, von denen zwei Beispiele in den Fig. 24, 25 veranschaulicht sind:

Bei der Ausführungsform nach Fig. 24, die einen Katalysator ähnlich Fig. 1 zeigt, besteht der Katalysatorkörper 8 aus einem plissierten Gestrick 14, beispielsweise entsprechend Fig. 10 oder 14. Zwischen die einzelnen aufeinanderliegenden Lagen 41 des gefalteten Gestrickes 14 sind isolierende Zwischenschichten 42 eingelegt, die beispielsweise aus Glimmer bestehen und von beiden Stirnseiten her in den Katalysatorkörper 8 ragen.

ERSATZBLATT



- 24 -

Bei der anderen Ausführungsform nach Fig. 25 ist die Anordnung derart getroffen, daß bei der Faltung des Gestrickes 14 ein isolierendes zweites Gestrick 45, beispielsweise aus Keramik- oder Glasfasermaterial, beigelegt wurde, derart, daß die beiden Gestricke 14 in der gezeigten Weise zusammengefaltet sind.

Die elektrische Innenbeheizung des Katalysatorkörpers 8, 8a erlaubt es, den Katalysator rasch auf Betriebstemperatur zu bringen oder, wie bereits eingangs erläutert, zusätzliche Desorptionsvorgänge ablaufen zu lassen, wozu insbesondere auch ein doppelfädiges Gestrick verwendet werden kann, bei dem ein Fadensystem etwa aus aktivierten Kohlenstoffasern bestehen kann, die sich durch eine besonders große Oberfläche und damit ein hohes Adsorptionsvermögen auszeichnen.

- 24a -

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur katalytischen Reinigung von strömenden Gasen, insbesondere von Abgasen von Verbrennungsmotoren, mit einem in einem Gasströmungsweg anzuordnenden Gehäuse, das einen gasdurchlässigen Träger in Form eines textilen Flächengebildes aus warmfestem Fasermaterial enthält, auf das ein katalytisch wirksames Material aufgebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger ein Gestrick (14) ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fasermaterial keramische Mikrofasern enthält.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrofasern polykristalline Mullitfasern sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Fasermaterial Kohlenstofffasern enthält.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Fasern des Fasermaterials mindestens  $0,1$  bis  $0,4 \text{ m}^2/\text{g}$  beträgt.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) zumindest zweifädig aus verschiedenen Fasermaterialien gearbeitet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gestrick wenigstens ein Metallfaden verarbeitet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gestrick Kohlenstofffasern mit vergrößerter Oberfläche (aktivierte Kohlenstofffasern) verarbeitet sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) Fasermaterial in Form von Rovings enthält.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) Fasermaterial in Form von Garnen in (15) aus Stapel- oder Endlosfasern enthält.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Garne eine lediglich schwache Drehung von bis zu einer Drehung pro Inch Länge aufweisen.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) elektrisch leitende Fasern enthält, die mit Anschlußmitteln (39, 40) für eine elektrische Stromquelle elektrisch leitend verbunden sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitenden Fasern in dem Gestrick (14) in Richtung der Maschenreihen stromdurchflossen sind und sich die elektrischen Anschlußmittel in Richtung der Maschenstäbchen über mehrere Maschenreihen hinweg erstrecken.

- 26 -

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) im wesentlichen in der Gestrickebene gasdurchströmt ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) unter einer vorbestimmten Spannung gehalten ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) kompaktiert ist.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) zumindest teilweise aufgerollt ist.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) zumindest teilweise gefaltet ist.
19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) zumindest teilweise plissiert ist.
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestrick (14) rundgestrickt ist.
21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Verwendung bei einem einen Auspuffkrümmer aufweisenden Verbrennungsmotor, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse durch den Auspuffkrümmer (30) oder einen Teil der Abgasleitung gebildet ist.

- 26a -

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern eine zusätzliche Beschichtung mit einem anderen Material bspw.  $\text{SiO}_2$  tragen.

ERSATZBLATT

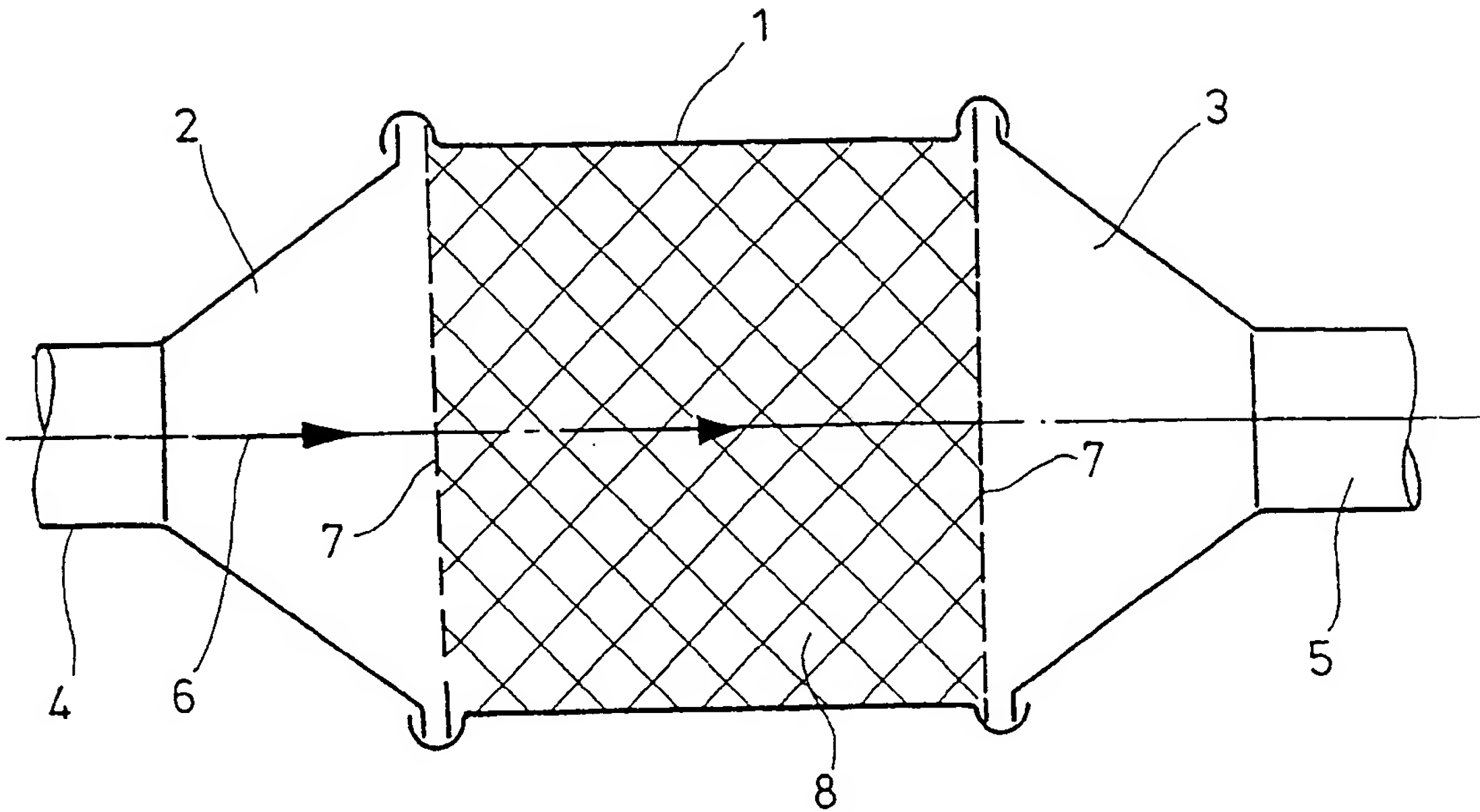


Fig. 1

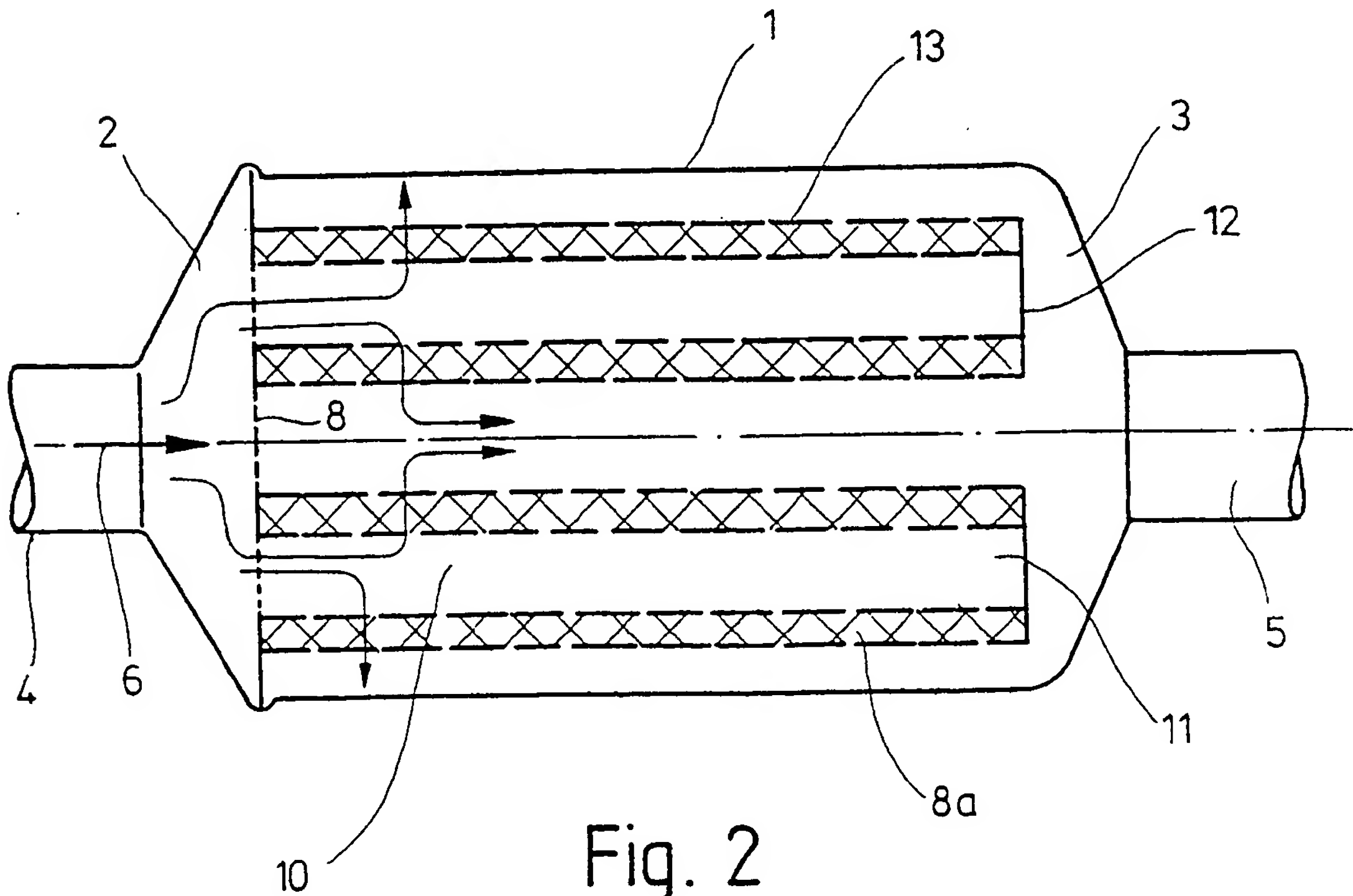


Fig. 2



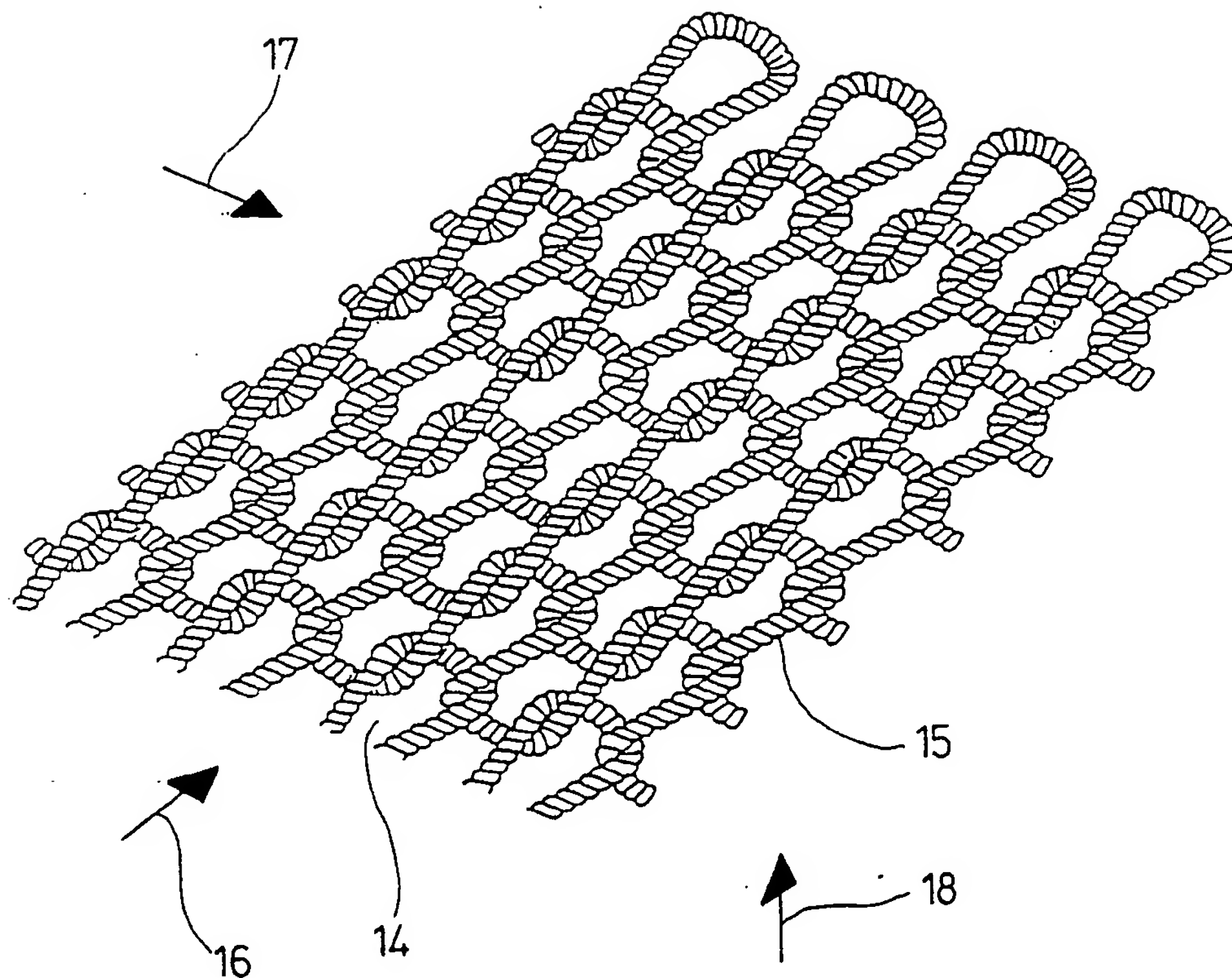


Fig. 3

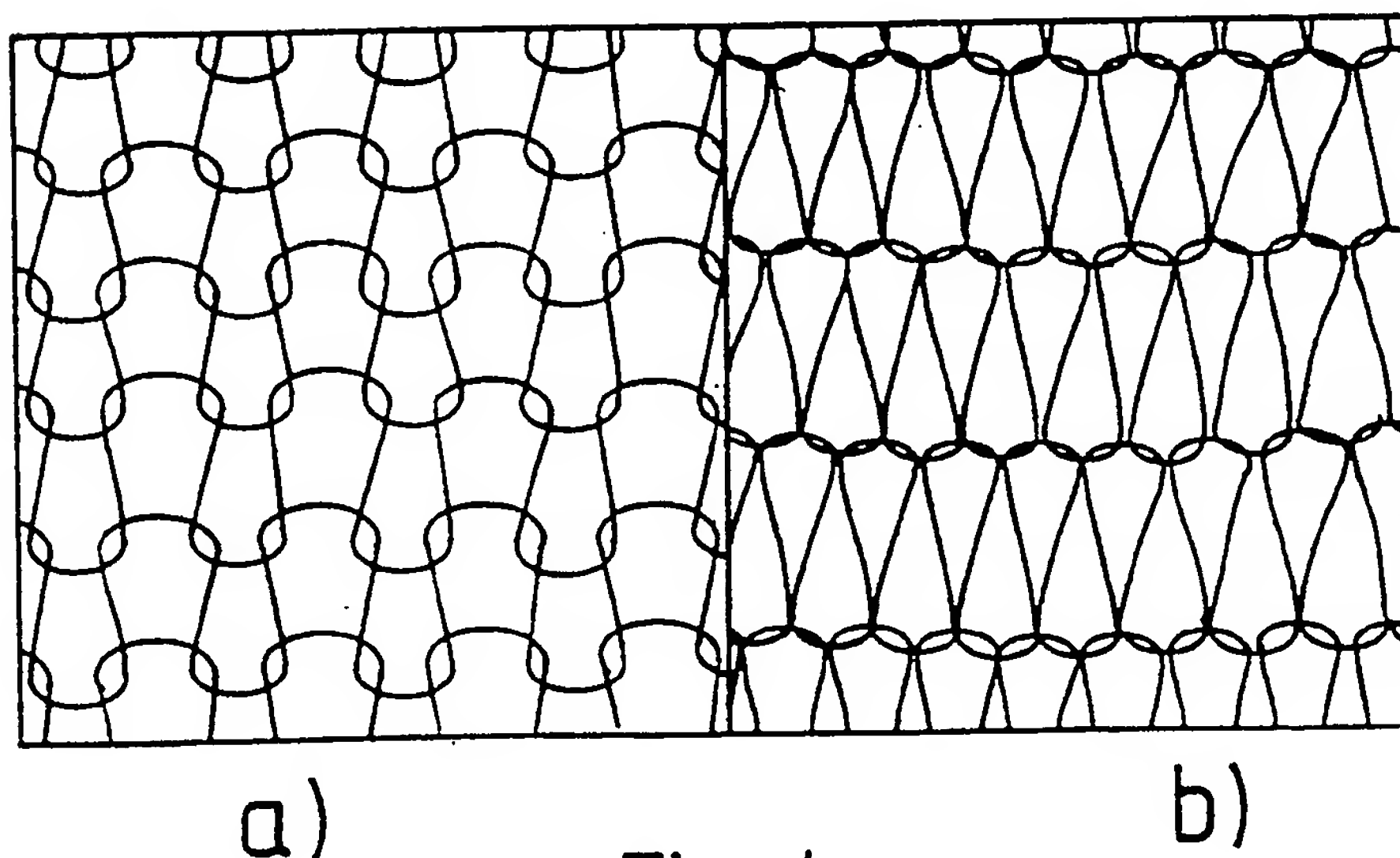


Fig. 4

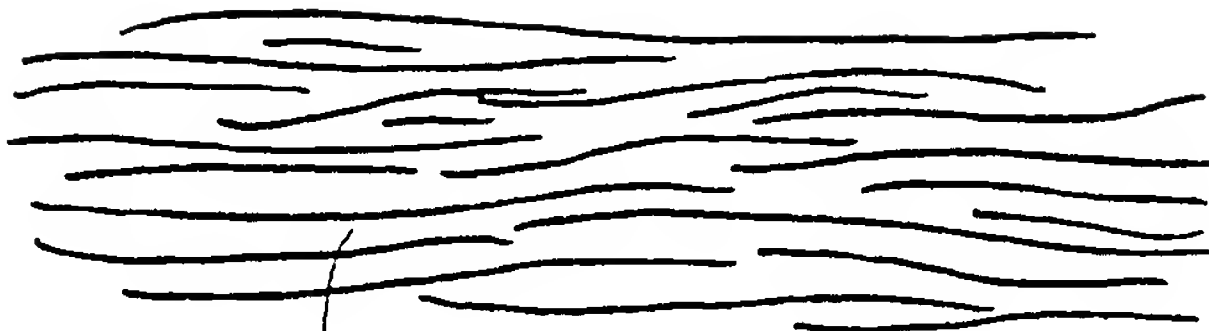


Fig. 5

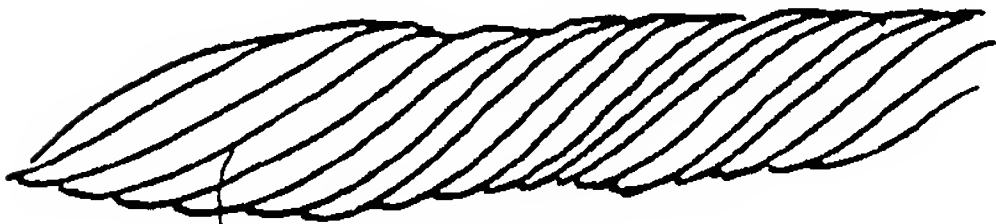


Fig. 6

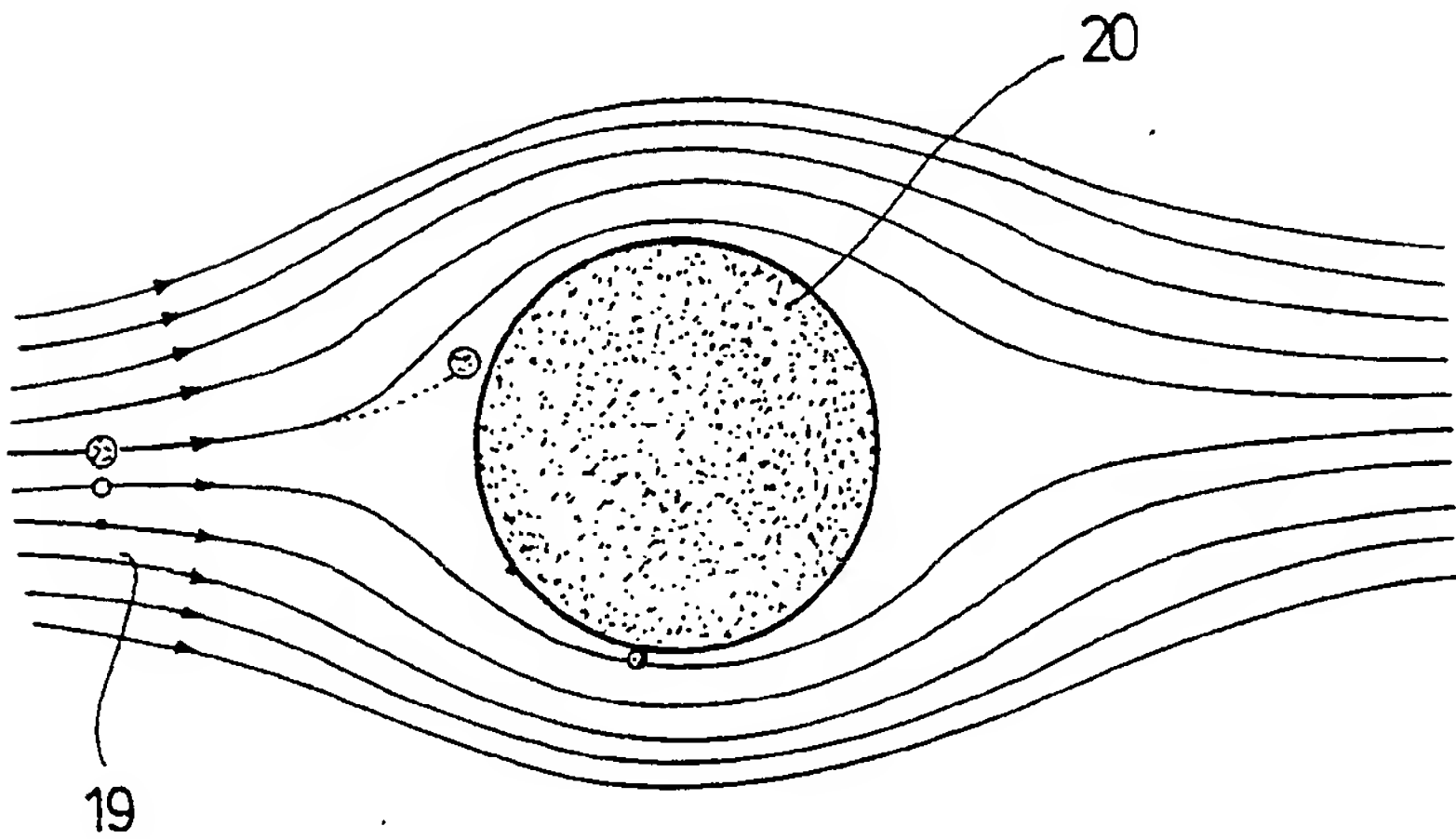


Fig. 7

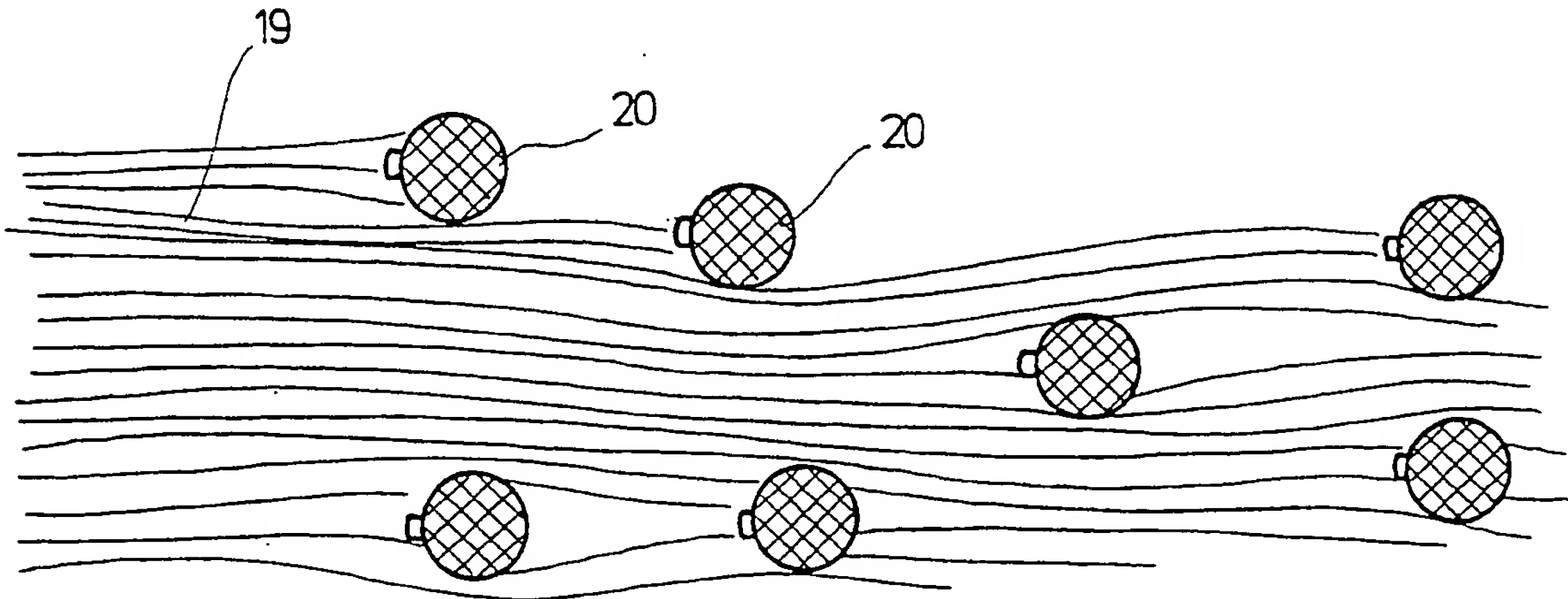


Fig. 8

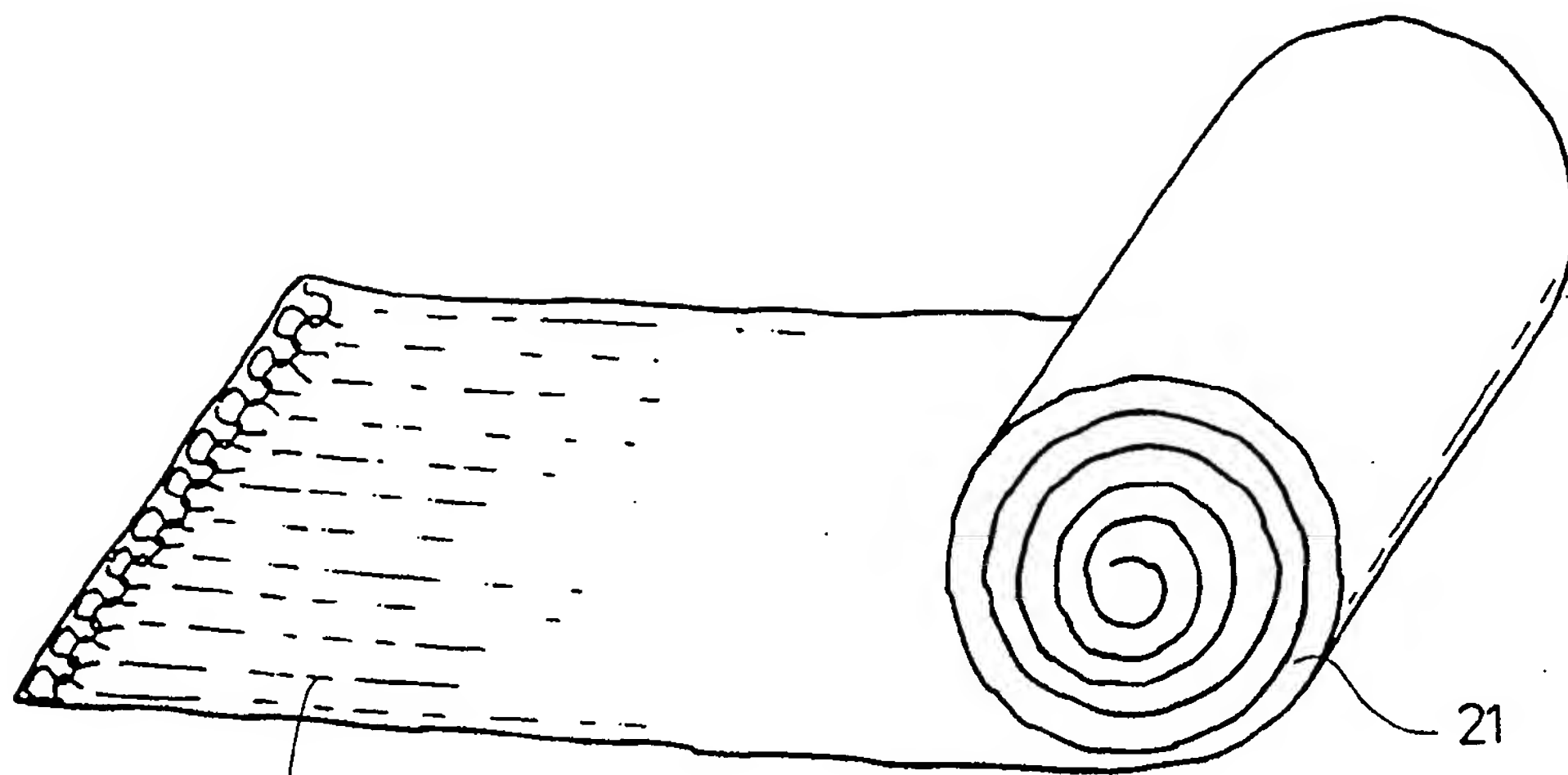


Fig. 9

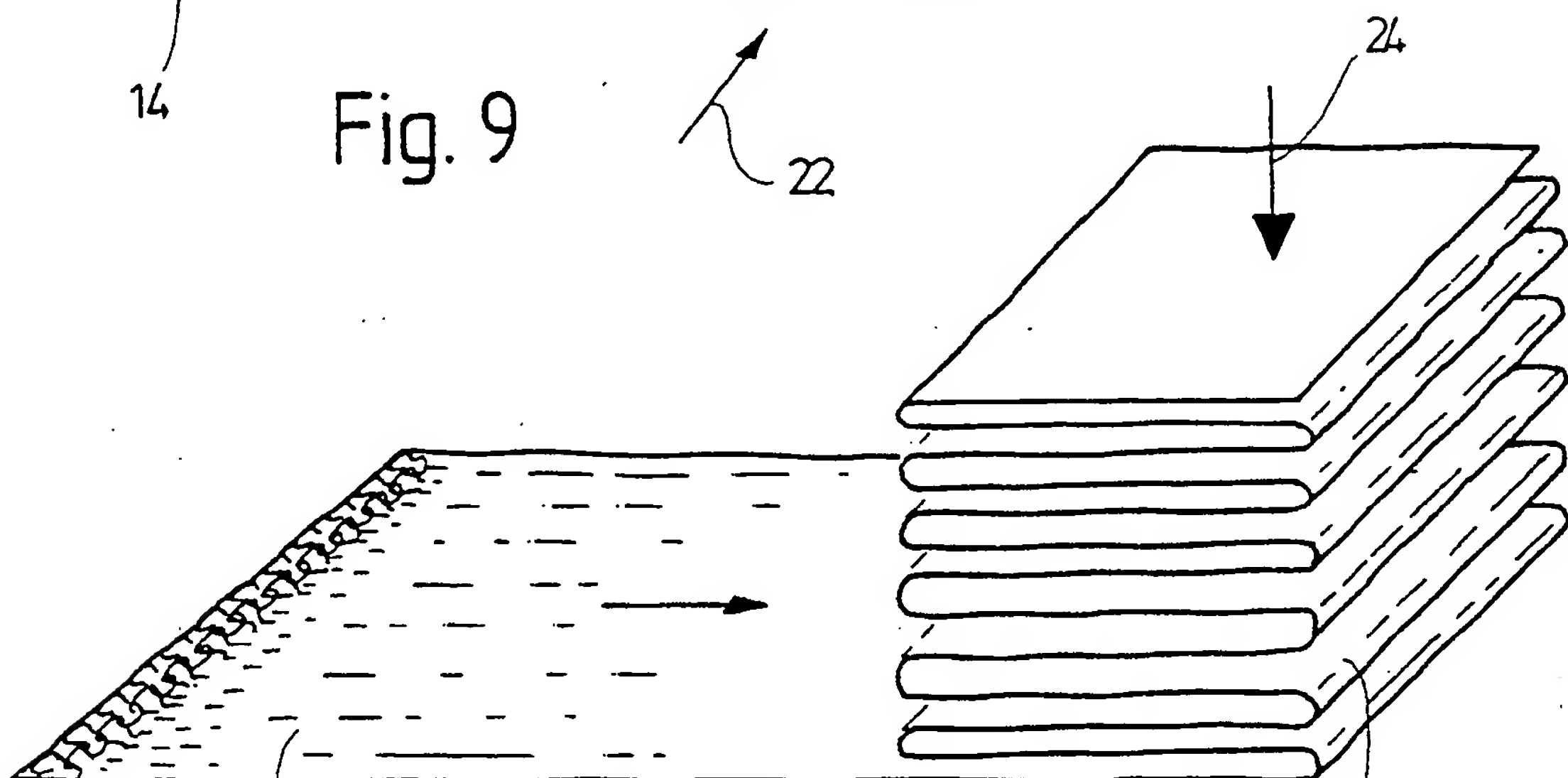


Fig. 10

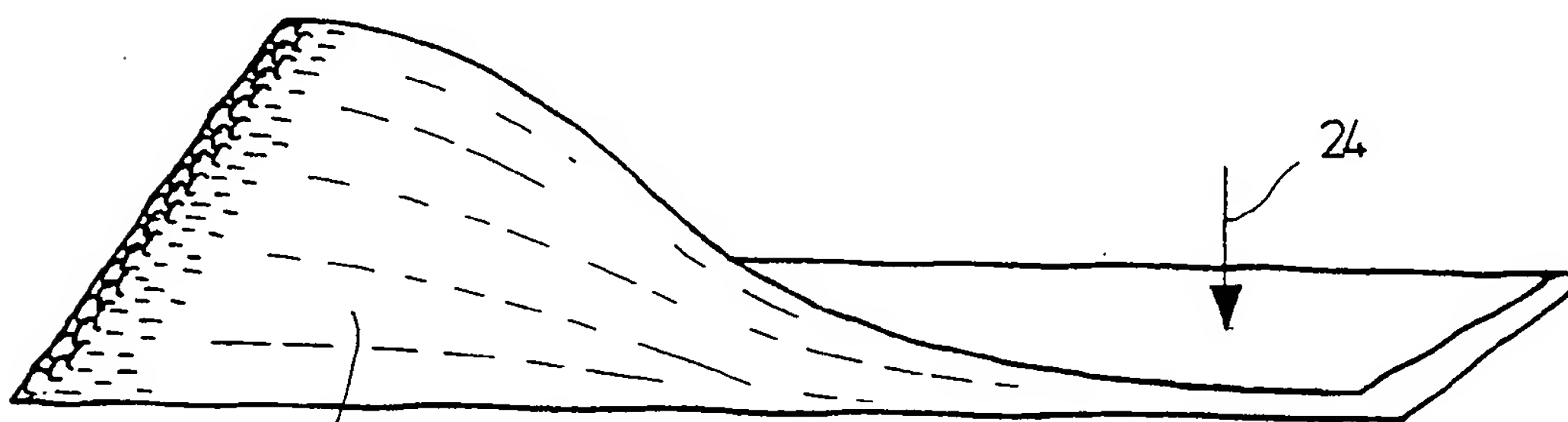


Fig. 11

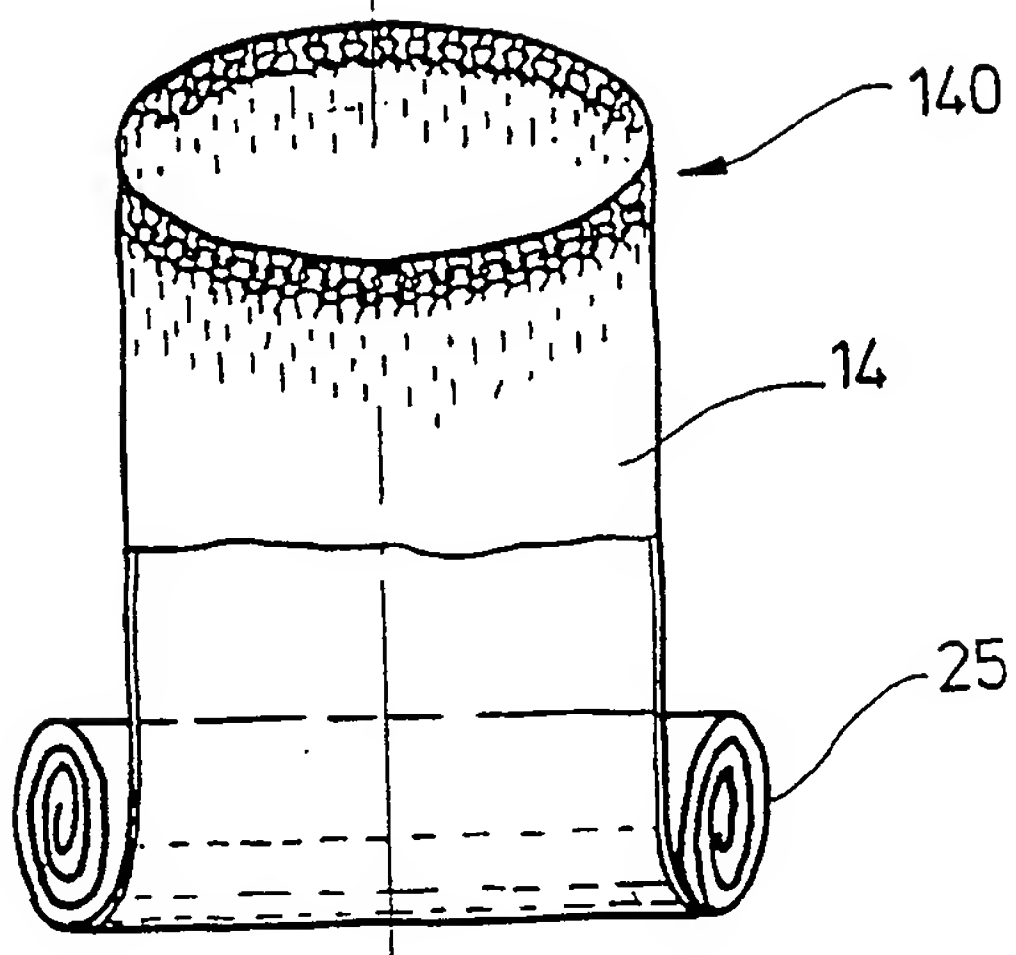


Fig. 12

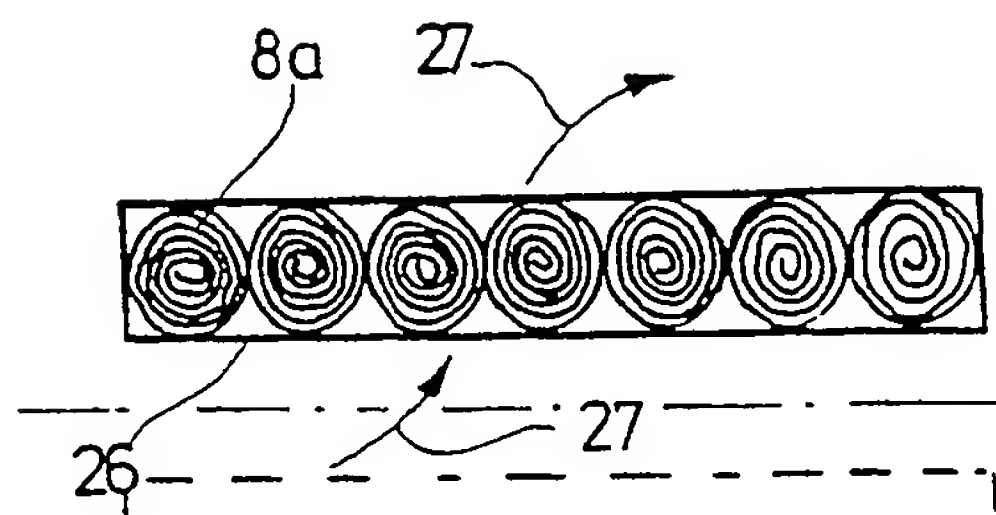


Fig. 13

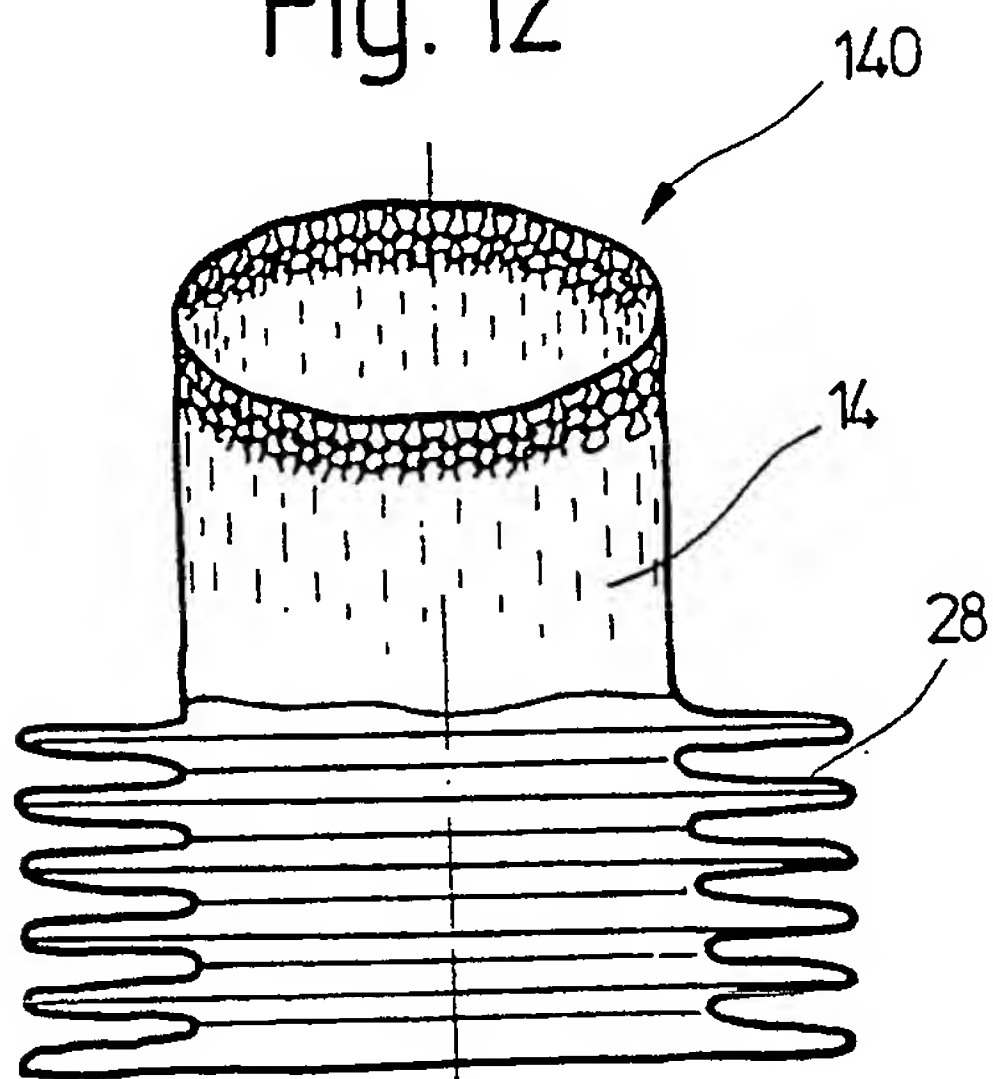


Fig. 14

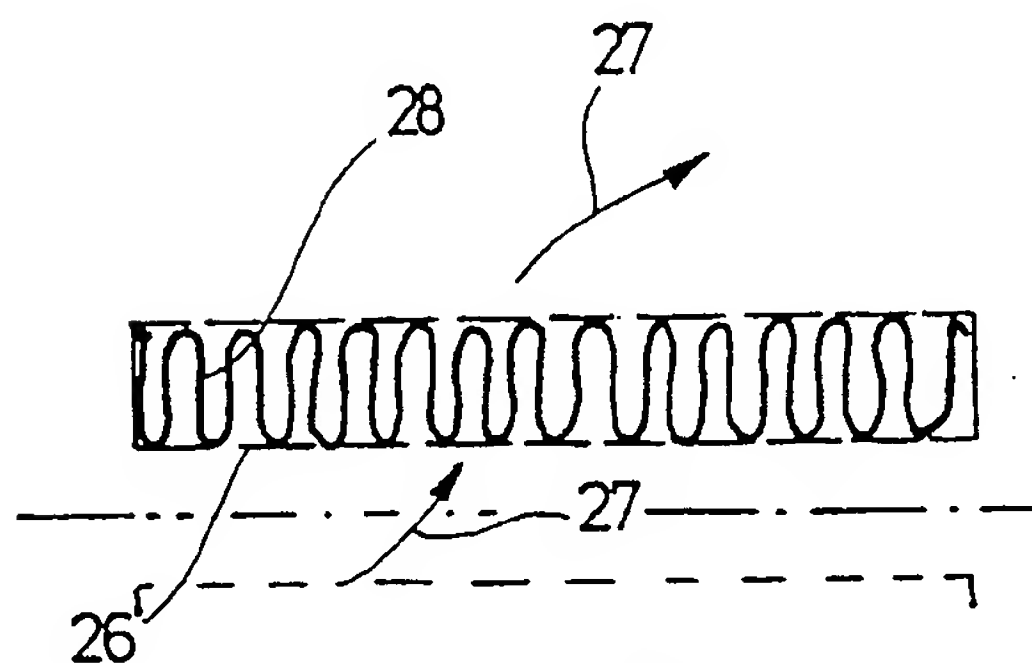


Fig. 15

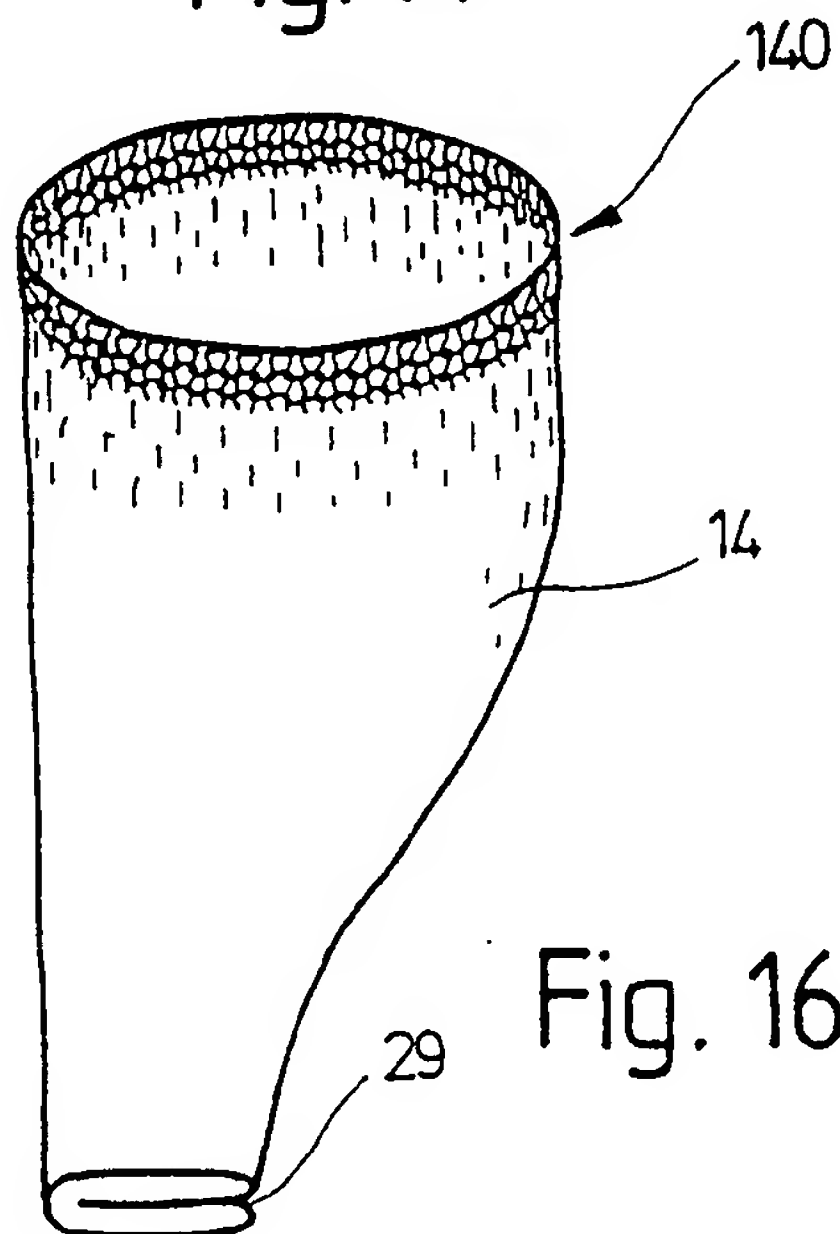


Fig. 16

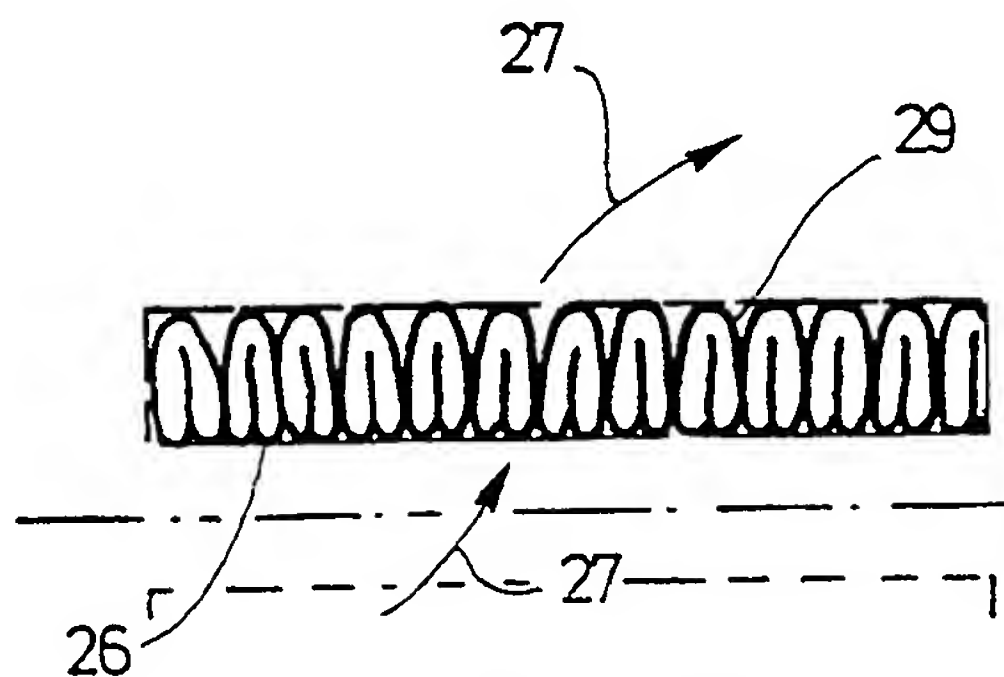


Fig. 17

Fig. 18

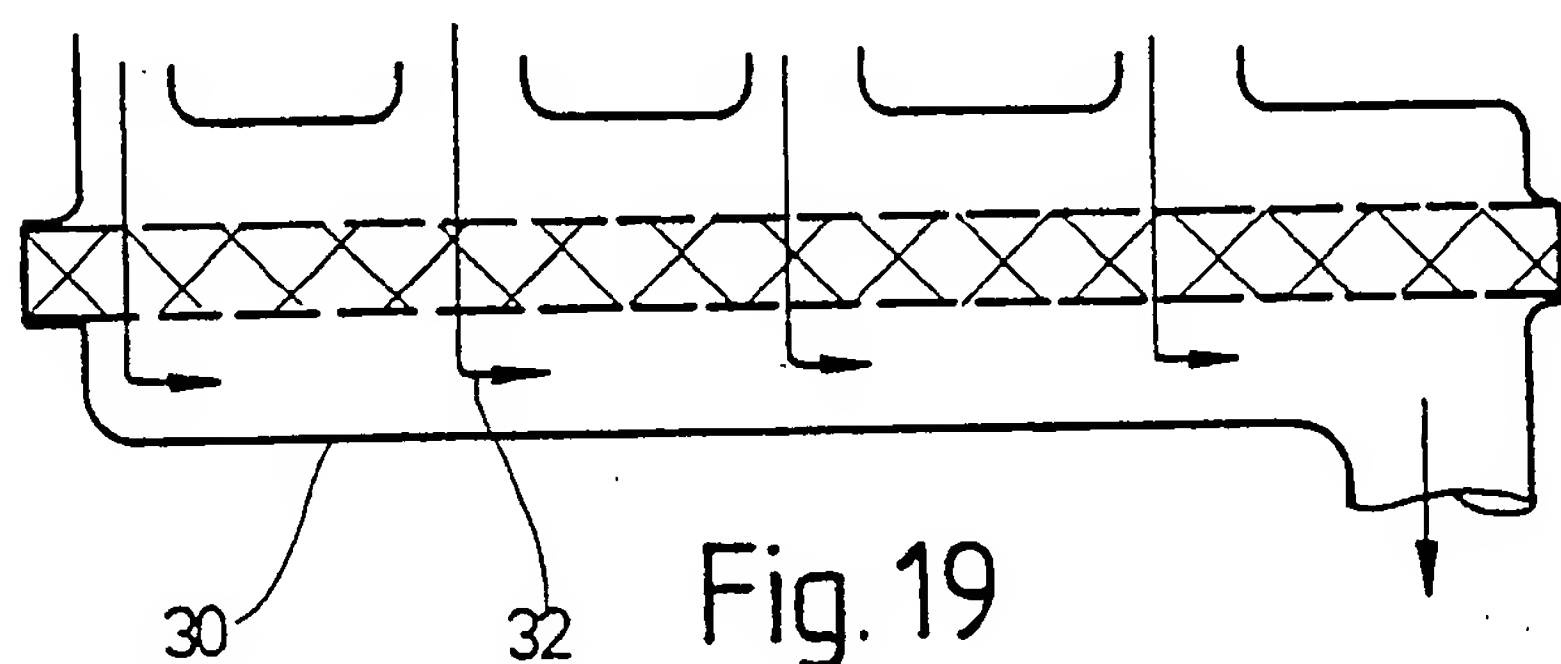
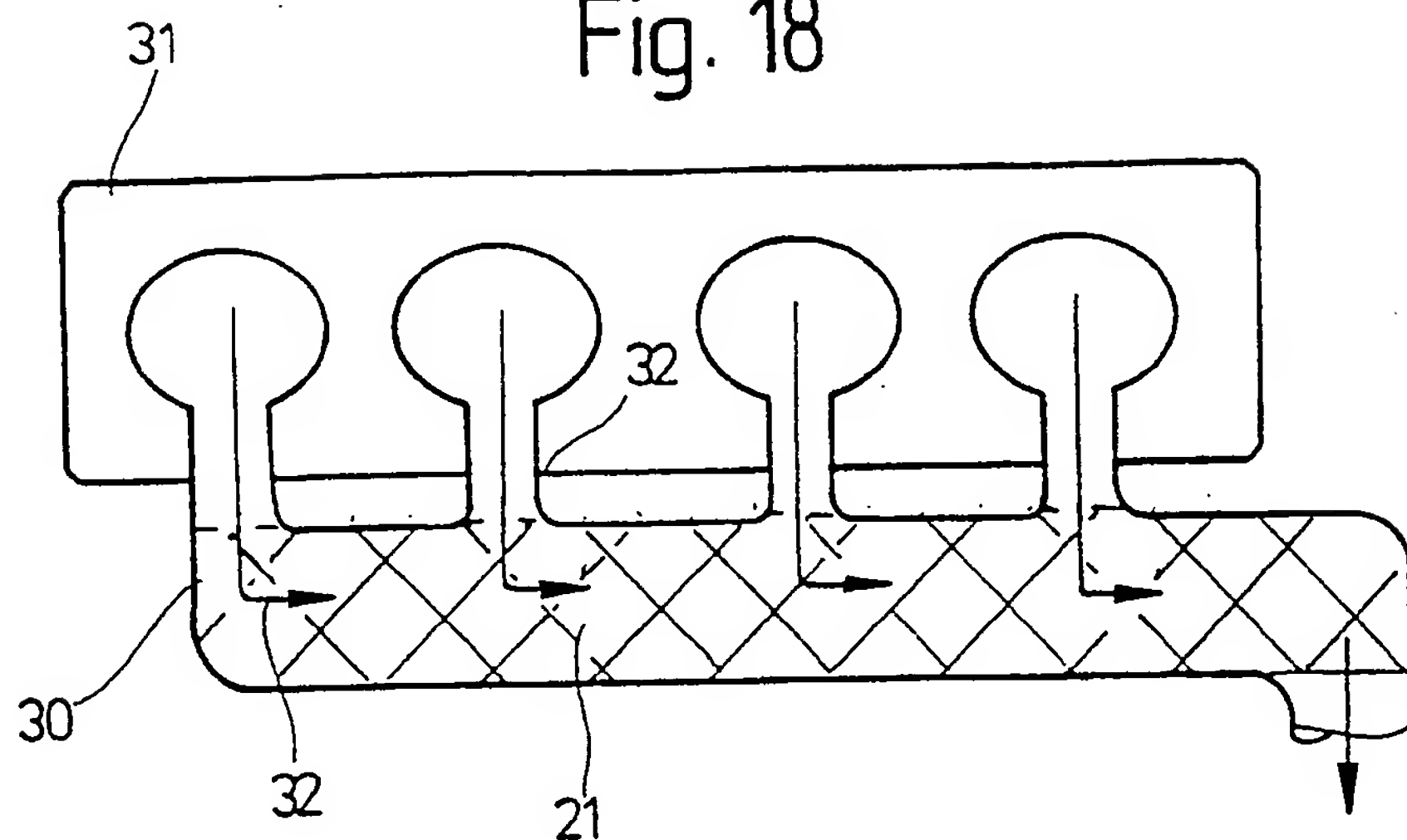


Fig. 19

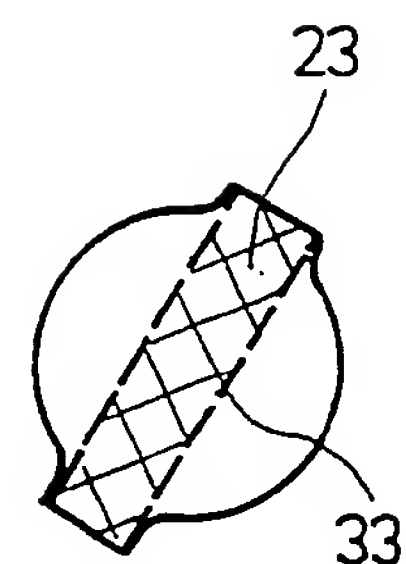


Fig. 20

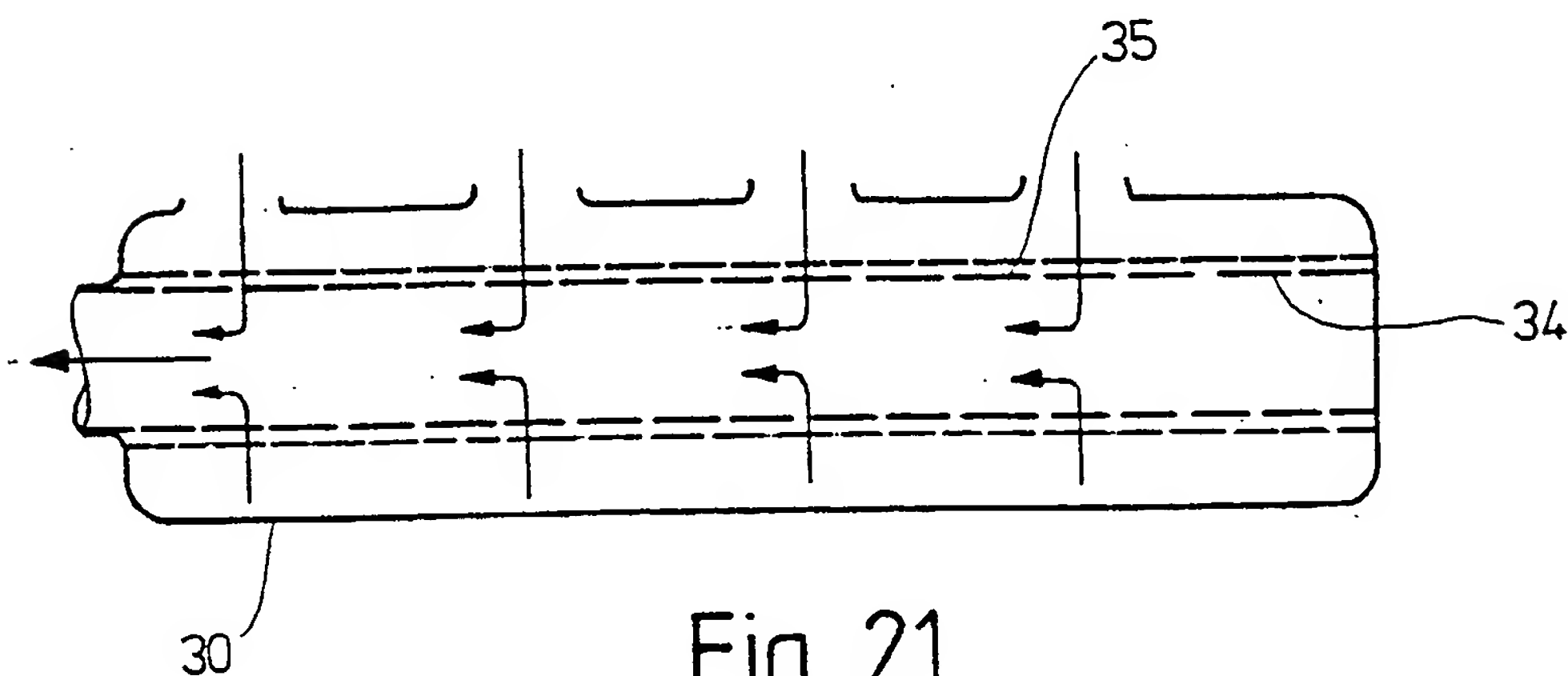


Fig. 21

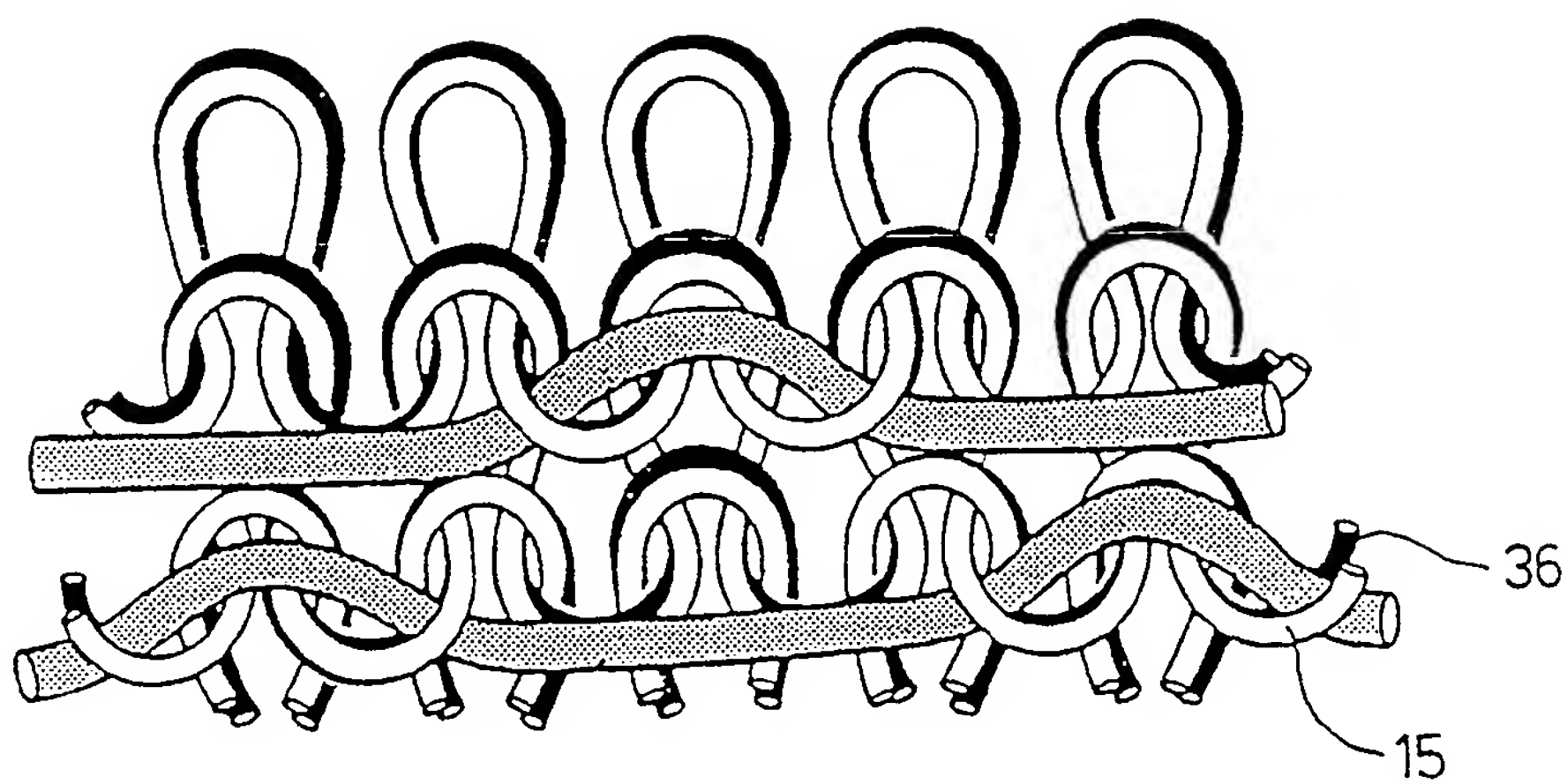


Fig. 22

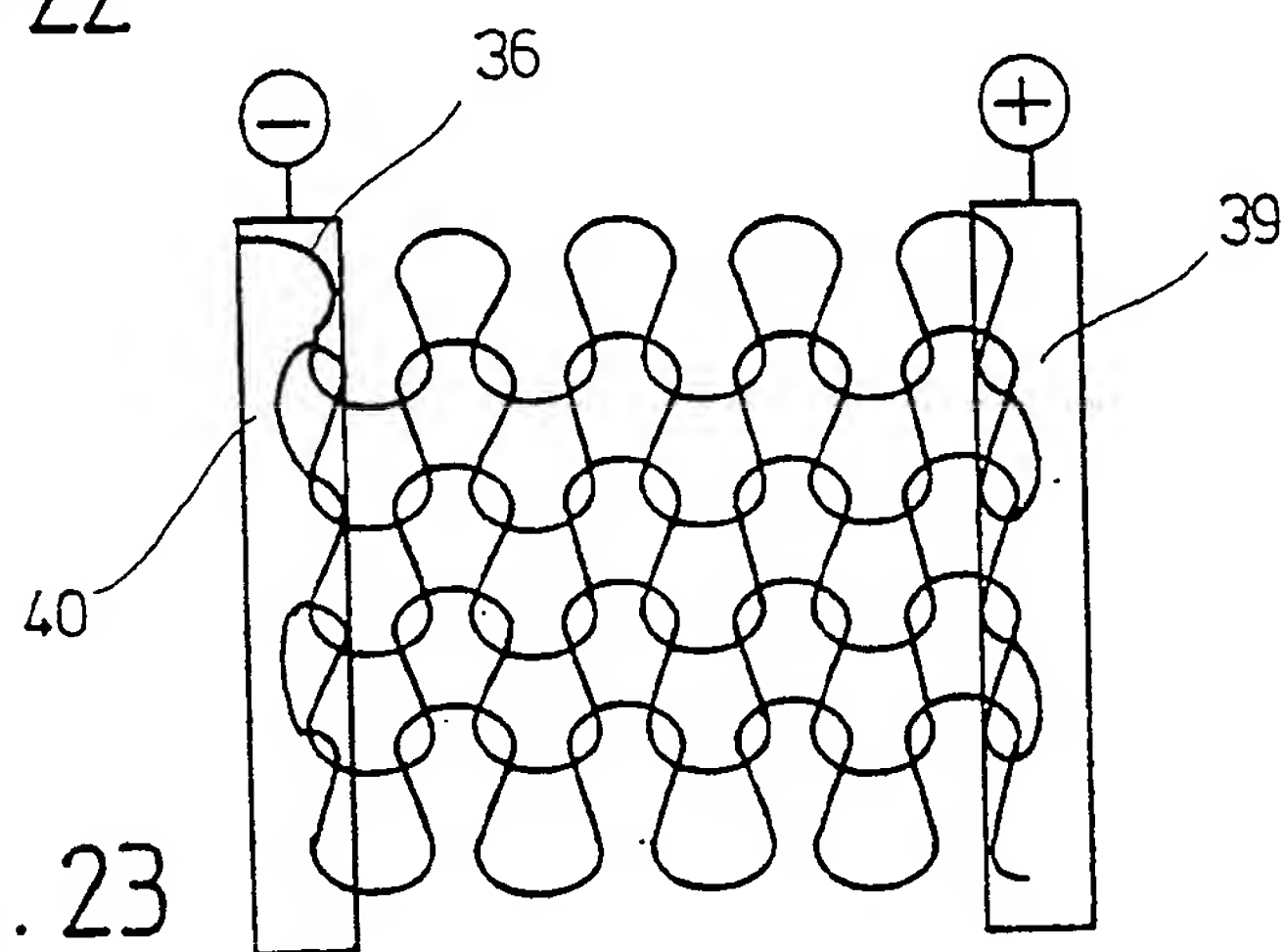


Fig. 23

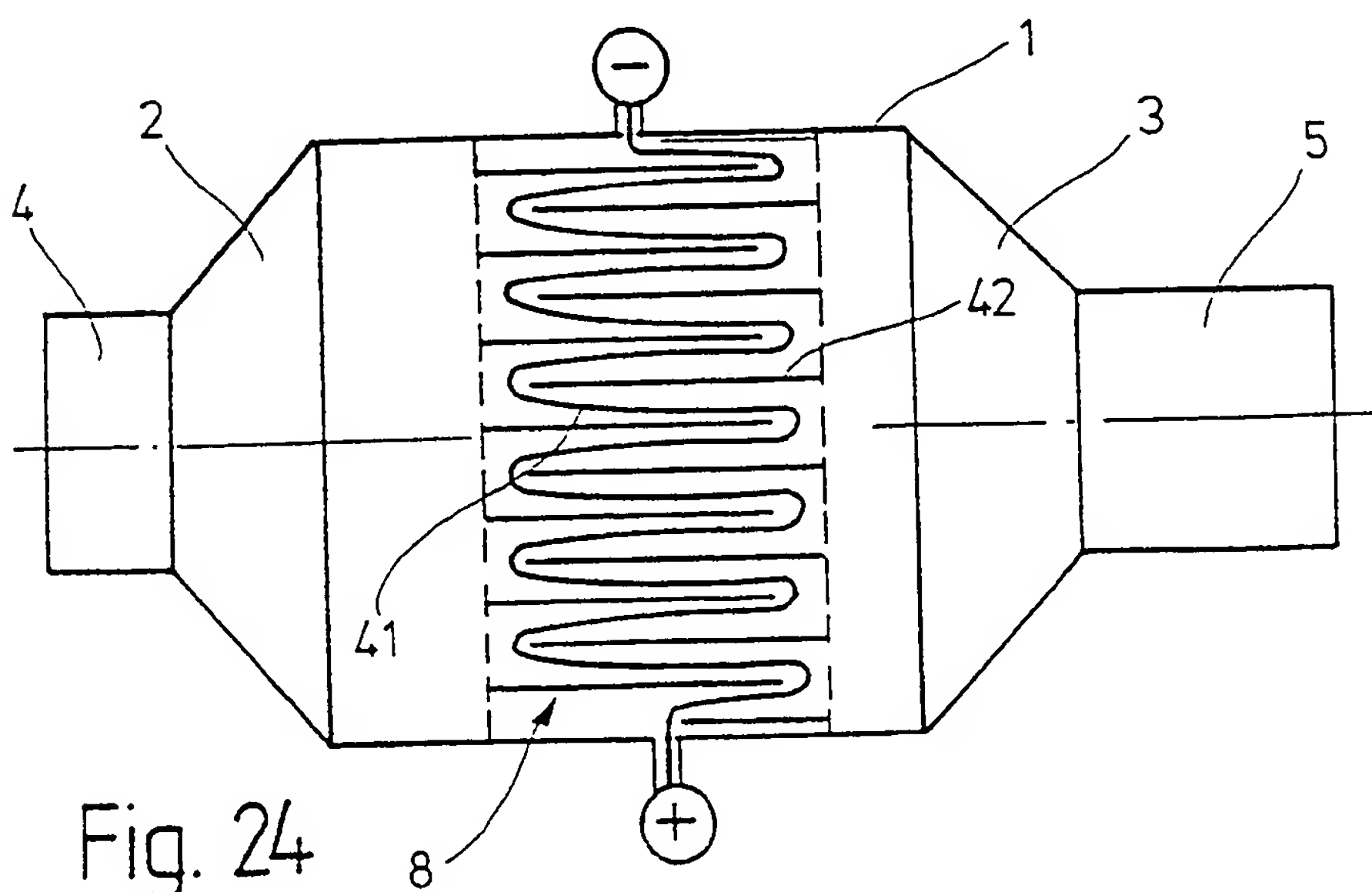


Fig. 24

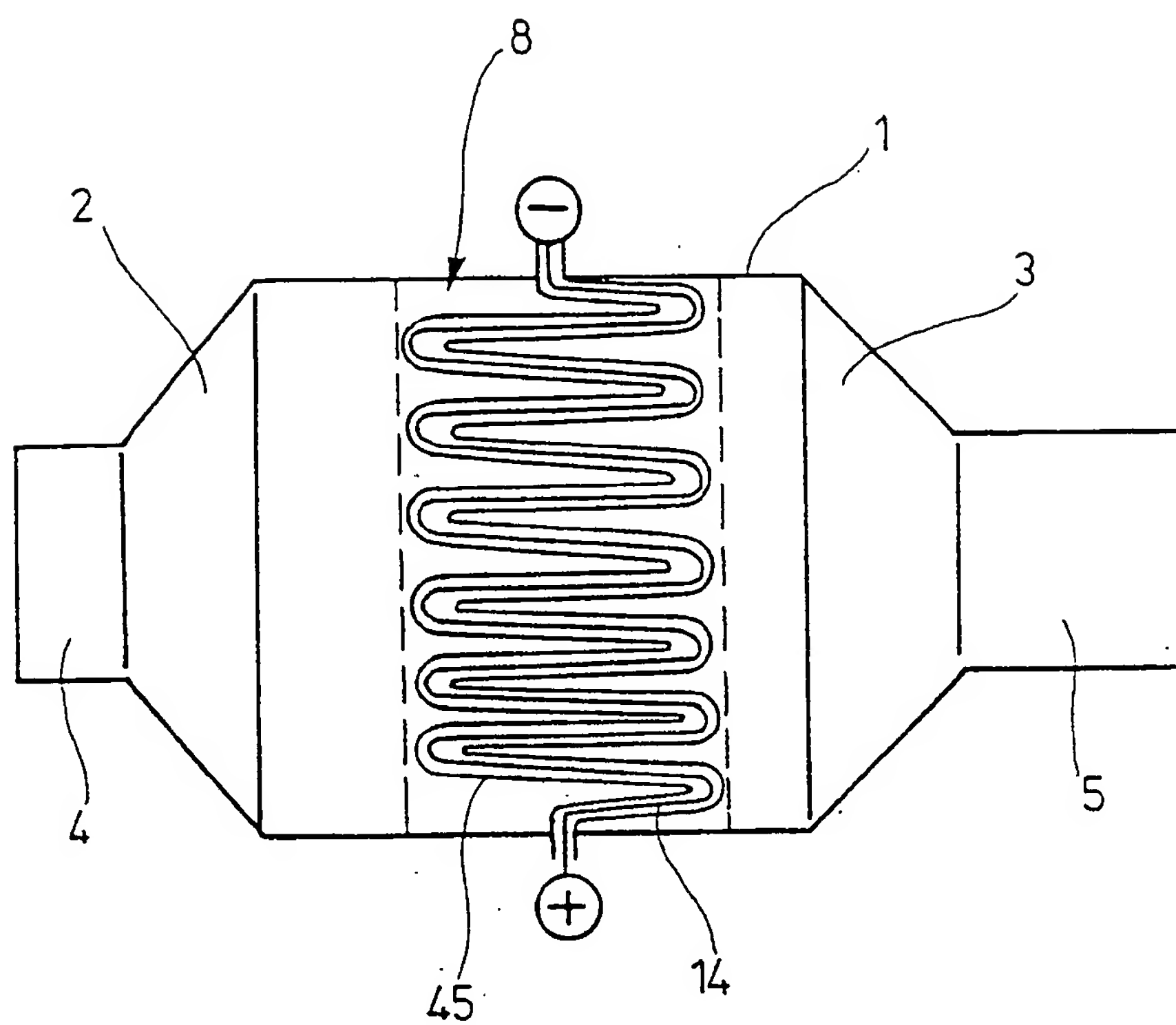


Fig. 25



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No  
PCT/DE 94/00113A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 5 F01N3/28 F01N3/20 B01J35/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 5 F01N B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 478 (C-0891)4 December 1991 & JP,A,03 207 453 (MATSUSHITA) 10 September 1991	1,6
Y	see abstract	2-4,7,8, 10,12, 14,17, 19,21,22
Y	--- JAPANESE PATENTS ABSTRACTS (EXAMINED) Section Ch, Week 9140, 1991 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J04, AN 91291529 NICHIAS & JP,A,03 193 336 (NICHIAS) 23 August 1991 see abstract see abstract --- -/--	2,3

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*I\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 1994

Date of mailing of the international search report

20. 04. 94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Sideris, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int:      nal Application No  
PCT/DE 94/00113

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 231 (C-135)17 November 1982 & JP,A,57 135 032 (MATSUSHITA) 20 August 1982 see abstract ---	4,8,12, 19
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 4, no. 111 (M-025)9 August 1980 & JP,A,55 068 520 (TOYOTOMI) 23 May 1980 see abstract ---	7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 314 (C-380)24 October 1986 & JP,A,61 125 440 (MATSUSHITA) 13 June 1986 see abstract ---	10
Y	EP,A,0 340 784 (COMITATO NAZIONALE PER LA RICERCA) 8 November 1989 see column 2, line 29 - column 4, line 50; figures 1-4 ---	14,17,21
Y	JAPANESE PATENTS GAZETTE Section Ch, Week 8034, 1980 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class H06, AN 8059189C & JP,A,55 088 858 (MATSUSHITA) 5 July 1980 see abstract ---	22
A	US,A,3 949 109 (MCBRIDE) 6 April 1976 -----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 94/00113

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0340784	08-11-89	NONE	
US-A-3949109	06-04-76	AU-A- 6789774	16-10-75
		BE-A- 813792	16-10-74
		CH-A- 577436	15-07-76
		DE-A- 2418255	31-10-74
		FR-A, B 2225203	08-11-74
		GB-A- 1465205	23-02-77
		JP-C- 849823	19-03-77
		JP-A- 50010305	03-02-75
		JP-B- 51021806	05-07-76
		JP-C- 847643	09-03-77
		JP-A- 50069107	09-06-75
		JP-B- 51021807	05-07-76
		LU-A- 69865	21-11-74
		NL-A- 7405123	18-10-74

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern ales Aktenzeichen

PCT/DE 94/00113

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 5 F01N3/28 F01N3/20 B01J35/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 5 F01N B01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 478 (C-0891)4. Dezember 1991 & JP,A,03 207 453 (MATSUSHITA) 10. September 1991	1,6
Y	siehe Zusammenfassung	2-4, 7, 8, 10, 12, 14, 17, 19, 21, 22
Y	--- JAPANESE PATENTS ABSTRACTS (EXAMINED) Section Ch, Week 9140, 1991 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J04, AN 91291529 NICHIAS & JP,A,03 193 336 (NICHIAS) 23. August 1991 siehe Zusammenfassung siehe Zusammenfassung --- -/--	2,3

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*I\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. April 1994

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20. 04. 94

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sideris, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 94/00113

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 231 (C-135)17. November 1982 & JP,A,57 135 032 (MATSUSHITA) 20. August 1982 siehe Zusammenfassung ---	4,8,12, 19
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 4, no. 111 (M-025)9. August 1980 & JP,A,55 068 520 (TOYOTOMI) 23. Mai 1980 siehe Zusammenfassung ---	7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 314 (C-380)24. Oktober 1986 & JP,A,61 125 440 (MATSUSHITA) 13. Juni 1986 siehe Zusammenfassung ---	10
Y	EP,A,0 340 784 (COMITATO NAZIONALE PER LA RICERCA) 8. November 1989 siehe Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 4, Zeile 50; Abbildungen 1-4 ---	14,17,21
Y	JAPANESE PATENTS GAZETTE Section Ch, Week 8034, 1980 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class H06, AN 8059189C & JP,A,55 088 858 (MATSUSHITA) 5. Juli 1980 siehe Zusammenfassung ---	22
A	US,A,3 949 109 (MCBRIDE) 6. April 1976 -----	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 94/00113

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0340784	08-11-89	KEINE	
US-A-3949109	06-04-76	AU-A- 6789774	16-10-75
		BE-A- 813792	16-10-74
		CH-A- 577436	15-07-76
		DE-A- 2418255	31-10-74
		FR-A, B 2225203	08-11-74
		GB-A- 1465205	23-02-77
		JP-C- 849823	19-03-77
		JP-A- 50010305	03-02-75
		JP-B- 51021806	05-07-76
		JP-C- 847643	09-03-77
		JP-A- 50069107	09-06-75
		JP-B- 51021807	05-07-76
		LU-A- 69865	21-11-74
		NL-A- 7405123	18-10-74

This Page Blank (uspro)